

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **ZAVRŠNI RAD**

**Eugen Perković**

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **UNAPREĐENJE PROCESA PODUZEĆA PRIMJENOM KAIZENA**

Mentori:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić, dipl. ing.  
Dr. sc. Miro Hegedić, dipl. ing.

Student:

Eugen Perković

Zagreb, 2017.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću i asistentu mag. ing. Miru Hegediću na njihovoj pomoći i razumijevanju tijekom izrade ovog rada te na njihovom trudu i savjetima koji su pridonijeli izradi rada. Također se zahvaljujem voditelju proizvodnje u poduzeću Feroimpex d.o.o., mag. ing. Dejanu Sokoloviću te ostalim zaposlenicima poduzeća na njihovoj podršci i uloženom trudu i razumijevanju tijekom provedbe praktičnog dijela ovoga rada.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **EUGEN PERKOVIĆ** Mat. br.: **0035196900**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **UNAPREĐENJE PROCESA PODUZEĆA PRIMJENOM KAIZENA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **IMPROVING COMPANY PROCESS APPLYING KAIZEN**

Opis zadatka:

Kaizen je jedan od najčešće korištenih Lean alata koji se koristi u proizvodnim i uslužnim poduzećima kako bi se u kratkom vremenu i uz minimalna ulaganja unaprijedili procesi rada. Predstavlja poslovnu filozofiju nastalu u Japanu koja u svom korijenu ima značenje promjene na bolje. Uspjeh provedbe Kaizena u poduzeću ovisi o zaposlenicima pri čemu su uključeni oni zaposlenici koji su važni za unapređenje odabranog procesa.

U radu je potrebno:

- opisati principe i alate Lean menadžmenta
- detaljno objasniti Kaizen i metodologiju provedbe
- na primjeru jednog proizvodnog ili uslužnog poduzeća primijeniti Kaizen
- sistematizirati postignute rezultate primjene Kaizen alata
- razviti softversku podršku primjeni Kaizena
- razraditi opći pristup primjene Kaizena u poduzeću

softversku podršku za dokumentiranje proizvodnih gubitaka i njihovo praćenje

Zadatak zadan:  
30. studenog 2016.

Rok predaje rada:  
**1. rok:** 24. veljače 2017.  
**2. rok (izvanredni):** 28. lipnja 2017.  
**3. rok:** 22. rujna 2017.

Predviđeni datumi obrane:  
**1. rok:** 27.2. - 03.03. 2017.  
**2. rok (izvanredni):** 30. 06. 2017.  
**3. rok:** 25.9. - 29. 09. 2017.

Zadatak zadao:

Prof.dr.sc. Nedeljko Štefanić

v.d. predsjednik Povjerenstva:

Izv. prof. dr. sc. Branko Bauer

# SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	II
POPIS TABLICA .....	III
SAŽETAK.....	IV
SUMMARY .....	V
1. UVOD .....	1
2. LEAN MENADŽMENT .....	2
2.1. Što je to "Lean" .....	2
2.2. Vitka proizvodnja (eng. <i>Lean production</i> – LP) .....	3
2.3. Povijest i razvoj Lean menadžmenta .....	5
2.4. Osnovni principi Lean menadžmenta .....	8
2.5. Sedam vrsta gubitaka u proizvodnji .....	13
2.5.1. Lean metrika .....	15
2.6. Alati Lean menadžmenta .....	16
2.6.1. Kaizen.....	16
2.6.2. 5S.....	25
2.6.3. Just in time – JIT .....	27
2.6.4. Kanban.....	29
2.6.5. SMED .....	30
2.6.6. VSM – Mapiranje toka vrijednosti .....	31
2.6.7. TPM – Cjelovito učinkovito održavanje.....	32
2.6.8. Poka Yoke.....	33
3. PRIMJENA KAIZENA U PODUZEĆU.....	34
3.1. Osnovni podaci o poduzeću „Feroimpex d.o.o.“ .....	34
3.2. Planiranje i priprema Kaizen radionice .....	35
3.3. Provedba Kaizen radionice .....	35
3.3.1. Analiza trenutnog stanja sustava i prepoznavanje problema koji su prisutni. ....	35
3.3.2. Identificiranje procesa i područja za poboljšanja te definiranje mogućih unapređenja i rješenja problema .....	41
3.4. Rezultati.....	42
3.5. Opći pristup primjene kaizena u poduzeću .....	44
4. ZAKLJUČAK.....	46
LITERATURA .....	47

## POPIS SLIKA

Slika 1. Primjer odnosa između tradicionalnog i lean pristupa poboljšanju. [2] .....	2
Slika 2. Značajke "Lean" proizvodnje [3] .....	4
Slika 3. Henry Ford [4] .....	5
Slika 4. Pokretna montažna traka [4] .....	5
Slika 5. Kiichiro Toyoda [4] .....	6
Slika 6. Principi Lean menadžmenta [6] .....	8
Slika 7. Vrste aktivnosti u lancu vrijednosti i njihov udio u poslovnim sustavima [6] .....	10
Slika 8. Razlika između push i pull proizvodnje [1] .....	11
Slika 9. Karakteristike „pull“ proizvodnje [7] .....	12
Slika 10. Sedam vrsta gubitaka (jap. muda) u proizvodnji [6] .....	13
Slika 11. Alati lean menadžmenta [1] .....	16
Slika 12. Značenje riječi kaizen [9] .....	17
Slika 13. PDCA (Demingov) krug [13] .....	19
Slika 14. Opći izgled Ishikawa dijagrama [1] .....	23
Slika 15. Tijek kaizen radionice [1] .....	24
Slika 16. Grafički prikaz 5S [16] .....	27
Slika 17. Različiti oblici kanban kartica (papirnat i elektronski) [6], [18], [19] .....	29
Slika 18. Utjecaj SMED-a na vrijeme izmjene alata [20] .....	30
Slika 19. Prikaz osnovnih simbola VSM-a [21] .....	31
Slika 20. Osnovna struktura mape toka vrijednosti [21] .....	32
Slika 21. Vizualni prikaz principa poka yoke [22] .....	33
Slika 22. Feroimpex d.o.o. [23] .....	34
Slika 23. Strojevi od različitih proizvođača .....	36
Slika 24. Mjerne ure .....	37
Slika 25. Organizacija alata i opreme na policama .....	38
Slika 26. Problemi uzrokovani nedostatkom prostora u alatnici .....	39

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Lean metrika .....	15
Tablica 2. Primjer 5 x Zašto? alata [1] .....	22
Tablica 3. Vrijeme čekanja radnika na stroju tijekom procesa unošenja NC koda u stroj .....	37
Tablica 4. Transportne udaljenosti između kalionice i ureda za kontrolu tvrdoće .....	39

## SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je "Unapređenje procesa poduzeća primjenom Kaizena". U prvom dijelu rada, definirano je značenje pojma *lean* te opisan koncept vitke, odnosno Lean proizvodnje. Nakon toga, prikazan je povijesni razvoj Lean menadžmenta. Razrađeni su temeljni pojmovi i koncepti te je pomoću pet osnovnih principa pojašnjena osnovna filozofija ovakvog načina proizvodnje i samog poslovanja. Također je opisano sedam vrsta gubitaka u proizvodnji te navedena Lean metrika koja pomaže pri njihovom smanjenju. U trećem dijelu, navedeni su i opisani najvažniji alati Lean menadžmenta. Detaljno je opisan Kaizen - njegove karakteristike, značajke te metodologija njegove provedbe koja je bazirana na Demingovom krugu, a provodi se pomoću Kaizen radionica. Glavni dio ovog rada usmjeren je na primjenu Kaizena u poduzeću s ciljem unapređenja rada njihovog procesa. Ovaj dio rada odrađen je u poduzeću Feroimpex d.o.o., koje se bavi proizvodnjom dijelova za automobilsku, željezničku i alatnu industriju. Napravljena je provedba Kaizen radionice za koju je sastavljen tim od voditelja odjela proizvodnje, tri zaposlenika s tog odjela i dva studenta. U sklopu radionice prvo je napravljena analiza trenutnog stanja procesa proizvodnje. Zatim su navedeni prisutni problemi otkriveni analizom te su osmišljene ideje za unaprjeđenje i rješavanje tih problema. Slijedila je procjena rezultata primjene predloženih ideja za unaprjeđenje, a sistematizacija rezultata je napravljena uz pomoć jednostavne softverske podrške razvijene u programu Microsoft Excel. U zadnjem dijelu rada, razrađen je opći pristup primjene kaizena u poduzeću te je iznesen zaključak ovog rada.

Ključne riječi: Lean menadžment, Lean alati, Kaizen radionica



## **SUMMARY**

The topic of this undergraduate thesis is "Improving company process by applying kaizen". In the first part of the thesis meaning of Lean is defined and the concept of Lean, and Lean manufacturing is described. After that, the historical development of lean management is shown. The basic terminology and concepts are elaborated, and the basic philosophy of this type of production and management is clarified by describing the five basic principles of Lean management. Also described and explained are the seven types of losses in production and the lean metrics, which help to reduce the losses, are listed. In the third part of the thesis the most important tools of lean management are listed and described. Kaizen tool is described in detail, including its features, characteristics and methodology of its implementation, which is based on the PDCA cycle and carried out using Kaizen workshops. The main part of the thesis focuses on the application of Kaizen in the company in order to improve their work processes. This part was done in the company Feroimpex Ltd., which specializes in manufacturing parts for the automotive, railway and tool industry. Kaizen workshop was carried out, for which the team, consisting of the head of the production department, three employees from that department and two students, was assembled. The first part of the workshop was the analysis of the current state of the production process. The analysis revealed the problems present in the process, and then the ideas were developed to improve and solve these problems. Then followed the evaluation of the potential results of the application of the proposed ideas for improvement. The systematization of the results is made with the help of a simple software support developed in Microsoft Excel. In the last part of the paper, a general approach to the application of Kaizen in the company is worked out and the conclusion is given.

Key words: Lean management, Lean tools, Kaizen workshop

## **1. UVOD**

U današnje vrijeme, suvremeni proizvodni sustavi neprestano se moraju prilagođavati svakodnevnim promjenama koje su vidljive u sve većoj inovativnosti proizvoda te sve većim zahtjevima kupaca za visokom kvalitetom. Da bi u tome uspjeli, poduzeća moraju kontinuirano raditi na poboljšanju svojih procesa i njihove organizacije poduzimajući pritom mjere kao što su povećanje produktivnosti, smanjenje troškova proizvodnje, smanjenje proizvodnog toka uz poboljšanje kvalitete, razvoj novih tehnologija i proizvoda te usklađivanje cijena sa zahtjevima tržišta. U tome važnu ulogu ima Kaizen kao jedan od najčešće korištenih Lean alata koji se koristi u proizvodnim i uslužnim poduzećima kako bi se u kratkom vremenu i uz minimalna ulaganja unaprijedili procesi rada. Kaizen predstavlja poslovnu filozofiju nastalu u Japanu koja u svom korijenu ima značenje promjene na bolje. Uspjeh njegove provedbe u poduzeću ovisi o zaposlenicima pri čemu su uključeni oni zaposlenici koji su važni za unapređenje odabranog procesa.

Tema ovog rada jest „Unapređenje procesa poduzeća primjenom Kaizena”. Rad će biti podijeljen u nekoliko dijelova. U prvom dijelu bit će opisani principi i alati Lean menadžmenta, s posebnim fokusom na Kaizen alat koji će biti detaljno opisan te objašnjena metodologije njegove provedbe. Glavni dio rada bit će primjena Kaizena na primjeru jednog poduzeća nakon čega će biti provedena sistematizacija postignutih rezultata primjene Kaizen alata će se razviti softverska podrška njegovoj primjeni. Na kraju rada razradit će se opći pristup primjene Kaizena u poduzeću te iznijeti zaključak.

## 2. LEAN MENADŽMENT

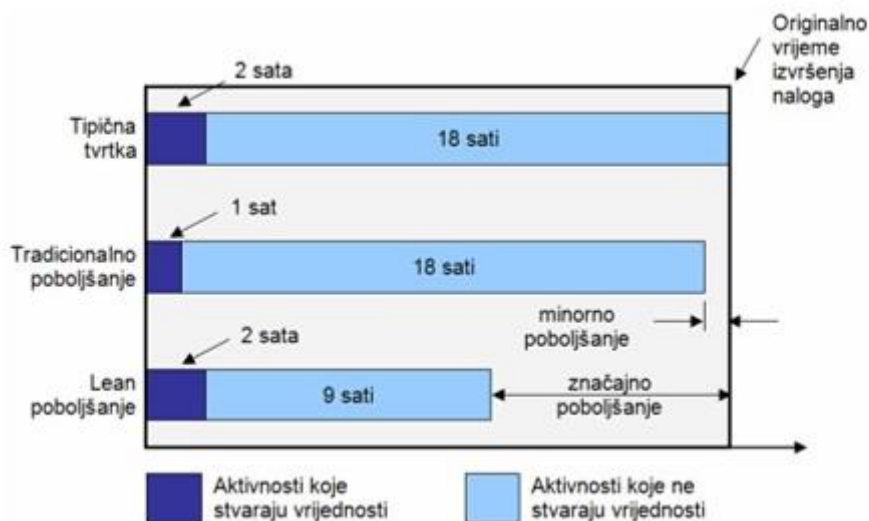
Lean menadžment je koncept upravljanja proizvodnjom, razvojem proizvoda i usluga koji ima za cilj stvoriti točno određenu i ciljanu vrijednost za kupca, odnosno robu ili uslugu. [1]

### 2.1. Što je to "Lean"

"Lean" je sustavan pristup identificiranja i eliminiranja aktivnosti koje ne stvaraju dodanu vrijednost te stvaranja proizvoda i tokova proizvodnje uvjetovanih potražnjom kupaca.

Kako bi rasla i dosljedno ispunjavala očekivanja, organizacija mora biti gipka i vitalna – mora postati *lean*. Tada će stvarati punu vrijednosti proizvoda/usluge koju je kupac želio, a uz najveći učinak i najmanje troškove.

Lean omogućuje poboljšanja uklanjanjem suvišnih pojava, a suvišnim se smatra sve što ne predstavlja vrijednost iz perspektive kupca – aktivnosti koje ne doprinose stvaranju dodane vrijednosti (engl. waste). [2]



Slika 1. Primjer odnosa između tradicionalnog i Lean pristupa poboljšanju.[2]

Primjenom Lean-a postižemo:[2]

- Pravovremenost isporuka
- Fleksibilnost i pripravnost na zahtjeve tržišta
- Smanjenje kapitala vezanog u zalihama

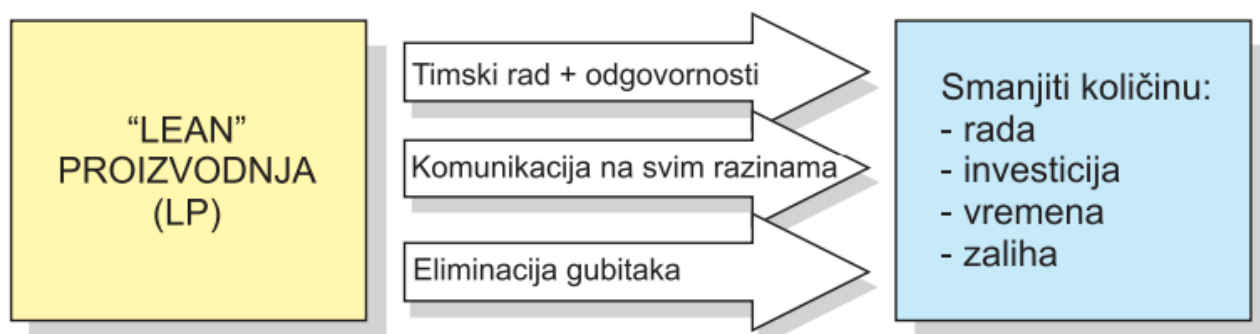
- Poboljšanje protočnosti procesa
- Eliminaciju aktivnosti koje ne dodaju vrijednost
- Bolju iskorištenost prostornih resursa
- Bolju iskorištenost ljudskih resursa
- Neprestano povećanje znanja
- Promjenu kulture organizacije
- Poboljšanje kvalitete i zadovoljstvo kupca
- Poboljšanje organizacije rada i zadovoljstvo zaposlenika
- Brže postizanje operativne izvrsnosti

## **2.2. Vitka proizvodnja (eng. *Lean production* – *LP*)**

Metodologija se zasniva na ideji da se svaki industrijski proces sastoji od "korisnih" i "nekorisnih" aktivnosti, da se treba usmjeriti na eliminaciju "nekorisnih" aktivnosti, te omogućiti nesmetan tijek procesa i posvetiti pozornost zahtjevima kupaca. Koristeći Lean proizvodnju smanjuju se gubici zbog nepotrebnog transporta materijala, suvišnih aktivnosti zaposlenika, čekanja na alate i materijale, pogrešaka u preradi i slično. [3]

Lean proizvodnja znači (Slika 1):

- manje ljudskog rada i napora,
- manje proizvodnog prostora,
- manje investicija (kapitala),
- manje vremena,
- manje alata i zaliha.[3]



Slika 2. Značajke Lean proizvodnje [3]

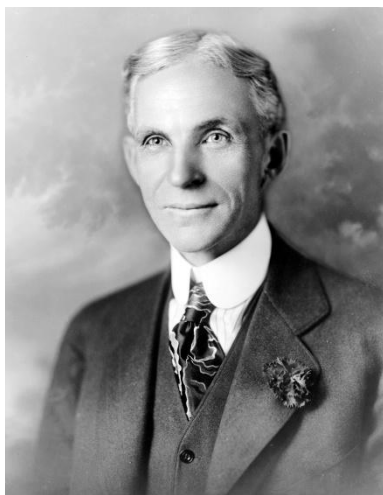
Uspjeh je ostvariti proizvodni sustav eliminacijom nepotrebnih aktivnosti koje ne povećavaju vrijednosti. Metodologija je koncipirana tako da se njom planira i upravlja po etapama, neophodnim za realizaciju definiranih ciljeva proizvodnog sustava. Ukupan koncept je planiran i upravljan po etapama, neophodan je da bi poduzeće doseglo postavljeni cilj.

Pri tome je potrebno osigurati:

- povezanost i kvalificiranost svih zaposlenika,
- ukidanje starih, neprikladnih organizacijskih struktura.

## 2.3. Povijest i razvoj Lean menadžmenta

Mnoge ključne temelje i principe Lean menadžmenta postavio je Henry Ford (Slika 3) koji je 1913. godine uspio ostvariti prvu pravu integraciju proizvodnih procesa pod nazivom „Pokretna proizvodnja“. Pokretnu proizvodnju činila su tri elementa, a to su dijelovi, standardni rad i pokretna traka. Na taj način je stvorio pokretnu montažnu (proizvodnu) traku (Slika 4) što je predstavljalo prekretnicu u načinu proizvodnje, [4].



Slika 3. Henry Ford [4]



Slika 4. Pokretna montažna traka [4]

Henry Ford je uspio proces proizvodnje podijeliti u korake i tako podijeljene proizvodne korake poredati u proizvodne linije koristeći strojeve specijalne namjene gdje god je to moguće kao i kontrolne uređaje koji ne dopuštaju defektnim proizvodima prolaz na sljedeći korak procesa, a sve u cilju brze proizvodnje i montaže ispravnih dijelova u svega nekoliko minuta. To je bio revolucionaran korak u proizvodnji u odmaku od klasičnih radionica koje su bile sastavljene od strojeva opće namjene grupirane prema vrsti obrade. Takve proizvodne

radionice su proizvodile velike količine istovrsnih dijelova koji su zatim čekali u skladištu proizvodnju ostalih dijelova kako bi u konačnici bili sastavljeni u finalni proizvod. Takav način proizvodnje rezultirao je pretrpanošću nedovršenom proizvodnjom kao i velikim brojem defektnih finalnih proizvoda. Međutim, Henry Ford nije imao problema sa protokom proizvodnje i obrtajem zaliha jer su se skladišta kompanije praznila svakih nekoliko dana. Problem je bila nemogućnost pružanja varijantnosti i raznolikosti proizvedenih automobila ovisno o zahtjevima tržišta na kojem je Ford počeo polako gubiti korak sa konkurentima. [4]

U tim trenucima, odnosno 1930-ih, a još intenzivnije nakon Drugog svjetskog rata, Kiichiro Toyoda (Slika 5) koji je 1930. godine osnovao Toyota Motor Company, Taiichi Ohno i drugi u Toyoti, sagledavši takvu situaciju u Fordu, zaključili su da je, uz seriju malih i jednostavnih inovacija u proizvodnom procesu, moguće osigurati kontinuitet i brz protok proizvodnje, a istovremeno pružiti tržištu varijantnost i raznolikost proizvoda. Potaknuti takvim razmišljanjima, stručnjaci u Toyoti su revizirali i prilagodili Fordov originalni koncept proizvodnje vlastitim potrebama i potrebama tržišta te je tako nastao poznati Toyotin Proizvodni Sustav ili TPS (Toyota Production System), [4].



Slika 5. Kiichiro Toyoda [4]

Jedna od osnovnih karakteristika tog proizvodnog sustava bila je preusmjeravanje težišta djelovanja proizvodnih inženjera sa pojedinačnih strojeva i njihovog iskorištenja, kao i individualnih procesa, na cjelokupni proces proizvodnje i protok proizvoda kroz tu proizvodnju.

U Toyoti su, dakle, zaključili kako bi uz pomoć nekoliko jednostavnih rješenja u proizvodnji bili u stanju osigurati:

- niske troškove proizvoda,
- visoku varijantnost proizvoda,
- visoku kvalitetu proizvoda,
- vrlo kratko vrijeme od narudžbe do isporuke proizvoda.

U cilju brze i kvalitetne reakcije na nestabilne odnosno promjenjive zahtjeve tržišta.

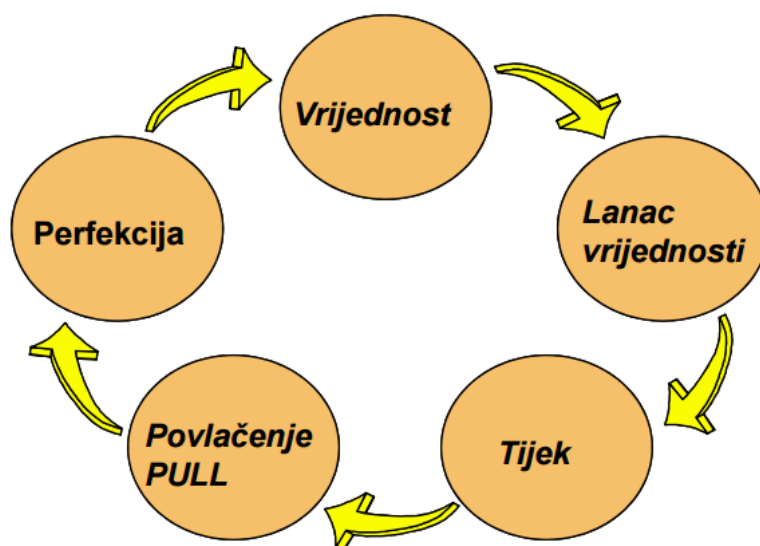
Danas Toyota predstavlja vodeći svjetski primjer uspješne Lean proizvodnje odnosno Lean sustava upravljanja uopće, o čemu govori i činjenica da krupnim koracima idu prema prvom mjestu u automobilskoj industriji gledano prema kvaliteti i broju prodanih automobila u svijetu. Najveći dokaz snage Lean sustava upravljanja poduzećem je Toyotina dominantnost na svjetskom tržištu automobila, njihova visoka kvaliteta kao i vodeća uloga u hibridnoj tehnologiji. Kako se Lean filozofija širi svijetom i dolazi u gotovo svaku državu svijeta, menadžeri i vlasnici kompanija usavršavaju specifična znanja i tehnike Lean upravljanja koja se počinju primjenjivati i izvan same proizvodnje, dakle u uslužnim poduzećima, logistici, distribuciji, održavanju, zdravstvu pa čak i u vladi odnosno politici. [4]



## 2.4. Osnovni principi Lean menadžmenta

Lean sustav upravljanja se može opisati pomoću pet osnovnih principa (Slika 6) ili karakteristika koji prikazuju opću sliku i predstavljaju bazu razumijevanja takvog sustava, a to su:

- definiranje vrijednosti,
- lanac (dodavanja) vrijednosti („value stream“),
- ujednačenost i kontinuiranost toka proizvodnje („flow“),
- povlačenje proizvodnje („pull“),
- težnja za savršenstvom. [5]



Slika 6. Principi Lean menadžmenta [6]

### 1. Definiranje vrijednosti

Vrijednost je jedna od kritičnih točaka Lean poslovanja, koja može biti definirana isključivo iz perspektive kupca ili klijenta. Dakle, bitno je razumjeti kako kupac doživljava proizvod ili uslugu koju mu nudimo i iz tog aspekta pokušati definirati vrijednost. Znači da o vrijednosti govorimo kao o osobini vezanoj za određeni proizvod ili uslugu, koja ispunjava svoju osnovnu zadaću, a to je zadovoljenje potreba i želja kupaca ili klijenata. Tako definirana vrijednost predstavlja polazišnu točku uspješne proizvodnje i poslovanja. Međutim, najčešće nije tako. Naprotiv, kompanije proizvode i nude on što njima najviše odgovara, dok se stvarne želje kupaca zanemaruju i stavljaju u drugi plan. Ovdje se prvenstveno radi o konačnoj cijeni

proizvoda ili usluge, koje bi tržište eventualno moglo prihvatiti, u ovisnosti o kojoj se onda oblikuju svi ostali procesi. Takav način razmišljanja je izuzetno ograničavajući i direktno se odražava na kvalitetu proizvoda. Dugoročno, takva situacija rezultira nezadovoljstvom kupaca i okretanjem prema konkurentskim proizvodima i uslugama koji su kvalitetniji i bolje prilagođeni njihovim potrebama i željama. Suprotno tome, Lean poslovanje nalaže da se vrijednost proizvoda koji planiramo proizvoditi ili usluge koju planiramo nuditi razmotri i definira iz perspektive kupca. Nakon toga se cijeli proces razvoja proizvoda ili usluga temelji na osiguravanju vrijednosti koja je definirana na spomenuti način. Prilikom toga, proces proizvodnje i poslovanja treba biti oblikovan na način da ne sadrži gubitke, a to je moguće postići preciznim definiranjem i oblikovanjem lanca vrijednosti.

## 2. Lanac (dodavanja) vrijednosti

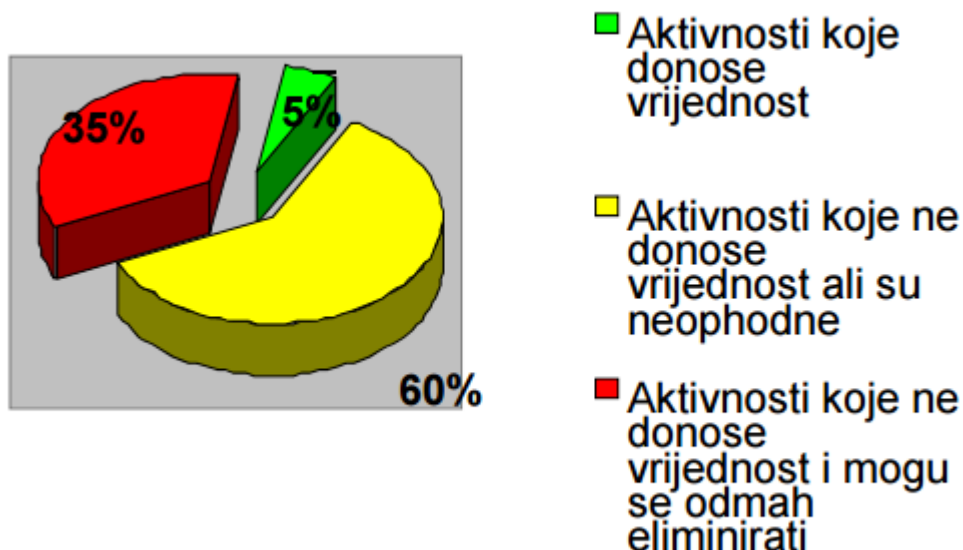
Lanac dodavanja vrijednosti je skup svih aktivnosti u poduzeću ili kompaniji koje na bilo koji način (direktno ili indirektno) sudjeluju u stvaranju odnosno dodavanju vrijednosti proizvodu ili usluzi koje nudimo kupcima ili klijentima. U svakom poslovanju možemo govoriti o tri osnovne skupine procesa kroz koje određeni proizvodi ili usluge mogu prolaziti, a to su:

- *procesi rješavanja problema* (npr. razvoj idejnog projekta, konstrukcija i dizajn, projektiranje tehnološkog procesa itd),
- *procesi informacijskog menadžmenta* (npr. procesiranje narudžbi, organizacija proizvodnje i poslovanja, isporuke kupcima itd),
- *procesi transformacije sirovina ili početnih materijala u gotove proizvode*

Precizno definiranje lanca vrijednosti predstavlja ključni korak u uočavanju i eliminaciji gubitaka u proizvodnji. Analiza procesa poslovanja sa aspekta dodavanja vrijednosti nam jasno ukazuje na tri vrste aktivnosti (Slika 7):

- aktivnosti koje su neophodne i koje direktno stvaraju (donose) vrijednost (eng. Value Added Time – VAT); (primjerice: procesi obrade i oblikovanja materijala, zaštita materijala, montaža, toplinska obrada itd.),
- aktivnosti koje su neophodne za odvijanje cjelokupnog procesa ali ne stvaraju direktno vrijednost (eng. Non Value Added Time – NVAT) ; (primjerice: kontrola kvalitete, transport, skladištenje itd.),

- aktivnosti koje nisu neophodne i koje ne stvaraju odnosno ne dodaju vrijednost, pa se stoga mogu odmah eliminirati (eng. *Waste Time – WT*).



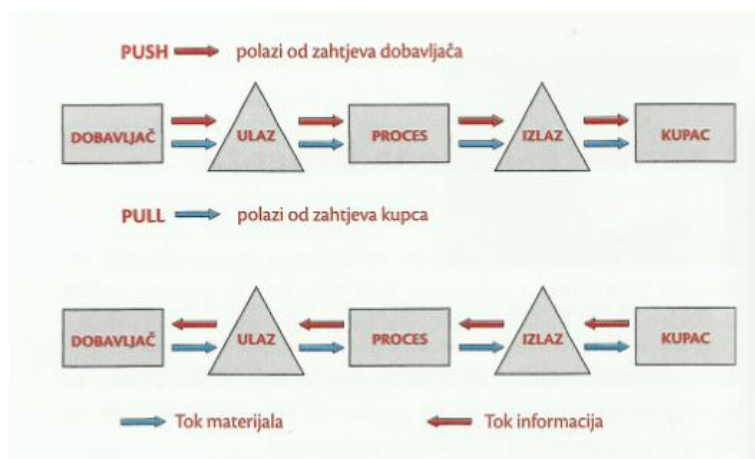
Slika 7. Vrste aktivnosti u lancu vrijednosti i njihov udio u poslovnim sustavima [6]

### 3. Ujednačenost i kontinuiranost toka proizvodnje

Jednom kada je precizno definirana vrijednost proizvoda ili usluge koju želimo osigurati, te kada je provedena analiza lanca vrijednosti i kada su nepotrebne aktivnosti eliminirane iz procesa, može se pristupiti preoblikovanju preostalih koraka i pripadajućih aktivnosti u cilju ujednačenog i neometanog toka procesa proizvodnje. To najčešće uključuje reorganizaciju cjelokupnog proizvodnog pogona, odnosno ljudi i proizvodne opreme. Ovdje je najvažnije usmjeriti se na objekt analize odnosno proizvod koji prolazi kroz proces dodavanja vrijednosti od nabave sirovina, preko proizvodnje i na kraju do isporuke kupcima. Niti u jednom trenutku ne smije se izgubiti nadzor ili kontrola nad proizvodom i u svakom trenutku mora biti potpuno jasno u kojoj fazi procesa se proizvod nalazi i zašto.

#### 4. Povlačenje proizvodnje

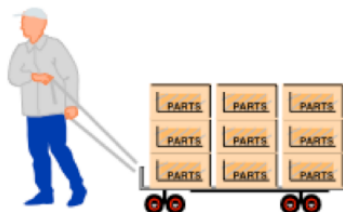
Povlačenje proizvodnje (eng. *pull*) je jedan od temeljnih principa Lean proizvodnje i poslovanja. Bitno je naglasiti da povlačenje proizvodnje započinje od strane kupca i to kupovinom ili narudžbom određene količine nekog proizvoda. Svaki proizvod prolazi kroz određene procese i pripadajuće specifične aktivnosti u poduzeću ili kompaniji, koje smo ranije naveli, a koje tvore lanac vrijednosti dotičnog proizvoda. Nakon što je od strane kupca inicirana potražnja odnosno potreba za proizvodom, svaki korak u lancu vrijednosti prenosi informaciju na prethodni korak u procesu da postoji potreba za određenom količinom materijala, dijelova ili proizvoda. Na taj način informacija putuje duž lanca vrijednosti i pokreće proces u kojem se odvijaju sve specifične aktivnosti (one koje dodaju vrijednost i one koje ne dodaju vrijednost ali su nužne za cjelokupno odvijanje procesa) potrebne da bi se od sirovina ili početnih materijala dobio gotov proizvod i isporučio kupcu odnosno zamijenio onaj kupljeni. (Slika 8.). Na taj način se gubi potreba za planiranom proizvodnjom i sprječava nepotrebno gomilanje zaliha (Slika 9.)



Slika 8. Razlika između *push* i *pull* proizvodnje [1]

## Povlačenje proizvodnje

**Izrada onog što je potrebno,  
kada je potrebno**



- **Preciznost proizvodnje**
- **Stvarna potrošnja**
- **Mala količina proizvoda**
- **Mala količina zaliha**

Slika 9. Karakteristike „pull“ proizvodnje [7]

## 5. Težnja za savršenstvom

Posljednji od pet temeljnih principa Lean sustava upravljanja je težnja za savršenstvom, koja u biti predstavlja kontinuirano usavršavanje (”Kaizen”) svih procesa i aktivnosti u poduzeću ili kompaniji. Naime, kontinuirano usavršavanje u Lean sustavu upravljanja je proces koji se ne smije prestati odvijati jer nam osigurava prednost pred konkurencijom. Lean sustav upravljanja nalaže da se konstantno održavaju Kaizen radionice u svrhu usavršavanja raznih procesa u poduzeću ili kompaniji i možemo zaključiti da uvijek postoji još prostora za naknadno poboljšanje trenutnih načina odnosno metoda rada. [5]

## 2.5. Sedam vrsta gubitaka u proizvodnji

Svaki poslovni sustav, proizvodni ili uslužni, prožet je raznim nepravilnostima koje se mogu nazvati gubicima, a koje uzrokuju nepotreban trošak. Japanska riječ za gubitke u proizvodnji odnosno poslovanju jest „muda“. Takve gubitke u poduzeću ili kompaniji moguće je definirati kao aktivnosti koje troše resurse, a ne stvaraju ili ne dodaju vrijednost. U proizvodnom procesu vrijednost se stvara ili dodaje proizvodu koji se proizvodi i prodaje, dok se u uslužnim procesima vrijednost stvara odnosno dodaje usluzi koja se razvija i nudi klijentima. U jednom i u drugom slučaju je najvažniji klijent odnosno kupac i on nije spreman plaćati aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu ili usluzi koje on kupuje.

Postoje 7 osnovnih tipova gubitaka koje su definirali menadžeri Toyote. Takva sistematizacija se može primijeniti u bilo kojem poduzeću, za bilo koji proces i osnova je Lean koncepta – poduzeće bez gubitaka. Definirano je sedam vrsta gubitaka (Slika 10.) [6] :



Slika 10. Sedam vrsta gubitaka (jap. muda) u proizvodnji [6]

### 1. Transport

- Nepotrebno kretanje materijala (obradaka) između operacija ili između skladišnih površina
- Neučinkovit transport informacija
- Neuspješna komunikacija: gubitak podataka, nekompatibilnost, nepouzdanost informacija

### 2. Prekomjerna proizvodnja

- Stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržištu
- Izvođenje operacija koje nisu neophodne
- Stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtijeva ili koja uopće neće kasnije koristiti (prekomjerna administracija)
- Loše predviđanje (procjena) prodaje, odnosno zahtijeva tržišta
- Slanje uputa prema previše ljudi (ili obratno)
- Proizvodnja “za svaki slučaj”

### 3. Čekanje

- vrijeme čekanja materijala između operacija, čekanje radnika na strojevima ili na materijal. (loše planiranje proizvodnje). Potrebno je detaljno proučiti pokrete u operacijama, sinkronizirati i ujednačiti proizvodnju. Čekanje na podatke, rezultate testova. Informacije, odluke, potpis, odobrenje i slično.
- Čekanje na isporuku (primjerice kasni sirovina i slično)

### 4. Prekomjerna obrada

- predimenzionirani strojevi, kriva ili nedostajuća tehnološka oprema, pripremno-završno vrijeme, čišćenje između obrade
- Previše procesa obrade
- Previše detaljna obrada
- Loš dizajn (konstrukcija) proizvoda, koja zahtijeva previše koraka obrade (previše kompleksan proizvod)

### 5. Zalihe

- visoke zalihe povezane su sa prekomjernom proizvodnjom („zamrznuti kapital“ u skladištima)
- stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržištu

## 6. Nepotrebni pokreti

- loš raspored strojeva - nepotrebno gibanje radnika
- ljudi se trebaju micati kako bi došli do informacija
- ručni rad kako bi se kompenzirali neki nedostaci u procesu proizvodnje

## 7. Škart

- prekid toka zbog grešaka, nepotrebna vremena, troškovi i prostor za analizu i otklanjanje.
- nepotpune, netočne, nepravodobne informacije [6]

## 2.5.1. Lean metrika

- Važan element kod uvođenja Lean-a u poduzeće
- Predstavlja mjereni iskaz uspješnosti aktivnosti
- Pomaže u minimiziranju gubitaka
- Podrška procesima donošenja odluka
- Sistematizacija prema lako razumljivim kriterijima [1]

Tablica Lean metrike			
Parametar uspješnosti procesa	Postojeće stanje	Novo stanje	Poboljšanje (%)
Ciklus proizvodnje			
Produktivnost			
WIP			
Takt			
Broj ljudi			
Kretanje (m)			
Potrebni prostor			
Čekanje			

Tablica 1. Lean metrika



## 2.6. Alati Lean menadžmenta

Alati Lean menadžmenta su različite metode, odnosno načina primjenjivanja i ostvarivanja Lean-a u proizvodnji. Svi su na neki način povezani jedni s drugima i zajedno čine bazu kuće Lean menadžmenta. Kaizen, kao alat koji objedinjuje sve ostale Lean alate u obliku kontinuiranog napretka, čini krov kuće Lean menadžmenta. (Slika 11.)



Slika 11. Alati Lean menadžmenta [1]

### 2.6.1. Kaizen

Riječ kaizen dolazi od japanskih riječi „kai“ što znači promjena i „zen“ što znači dobro. (Slika 12.). Kaizen, dakle, označava japansku filozofiju života i rada koja se temelji na kontinuiranom poboljšavanju. Takva filozofija kontinuirano poboljšavanja naglašava važnost uključivanja zaposlenika u sve dijelove i razine organizacije. Poboljšanja postignuta Kaizenom uglavnom su mala i suptilna, no njihovi rezultati s vremenom postaju veliki i dugoročni.[8]



Slika 12. Značenje riječi kaizen [9]

Cilj Kaizena je unaprjeđenje proizvodnih procesa i okoline za rad zaposlenih, a ne zahtjeva velike investicije. Osnovna ideja je da se standardizira radni proces, odnosno da se zna tko što radi, gdje se nalazi alata, a uz to da se eliminiraju sve nepotrebne stvari i prepreke koje ometaju proces proizvodnje. Kaizen ne znači promjene samo za rukovodstvo kompanije već i za svakog radnika. Osnovna prednost leži u tome što radnik svojim prijedlozima može sudjelovati u jačanju kompanije. Kaizen znači stalno unapređivanje u svim segmentima rada, ne samo u proizvodnji. Od onoga tko upravlja strojem pa do top menadžmenta. Kaizen se fokusira na eliminiranje, sedam vrsta otpada u procesu proizvodnje (opisani u prethodnom poglavlju!), stvaranje radnih standarda te čistog i organiziranog radnog mjesta. [10]

**Karakteristike Kaizena:**

- Poboljšanja zasnovana na puno malih, suptilnih promjena
- Ideje dolaze od samih radnika
- Mala poboljšanja ne zahtijevaju velike investicije
- Poboljšanja proizlaze iz sposobnosti postojeće radne snage [10]
- Sudjelovanje svih radnika (aktivnosti se odvijaju u grupama, dostupne informacije, novi prijedlozi, i inicijative, trening i obrazovanje)
- Orijentacija na procese

- Nove organizacijske strukture
- Vrijeme kao osnovni faktor uspješnosti (brzo prihvaćanje ideja, poboljšana realizacija, decentralizacija, osobna odgovornost) [11]

Postoji nekoliko različitih Kaizen događaja, svi u osnovi imaju isti cilj – eliminiranje gubitaka, ali se razlikuju po učesnicima i mjestu odvijanja, te dužini:

- a) **KAIZEN DOGAĐAJ** – je planirana aktivnost gdje tim pokušava unaprijediti neki aspekt svojeg poduzeća. Prije same aktivnosti potrebno je izolirati problem, odrediti tim i vođu tima, odrediti cilj unapređenja, mjere koje će se koristiti i vrijeme trajanja. Kaizen događaj ima za cilj brzo otkrivanje korijena uzroka problema i brzu fokusiranu implementaciju rješenja.
- b) **GEMBA KAIZEN** – gembu se sa japanskog jezika prevodi kao pravo mjesto. U proizvodnom poduzeću gembu označava sam proizvodni pogon. Gemba Kaizen je zapravo Kaizen aktivnost koja se odvija u proizvodnji.
- c) **SISTEM KAIZEN** – je Kaizen koji se odnosi na radikalno unapređenje procesa kako bi se eliminirali gubici koji ne dodaju vrijednost proizvodu.
- d) **KAIZEN BLIC** – je planirani Kaizen događaj koji traje 3 do 5 dana. Osnovni cilj je brzina unapređenja.
- e) **KAIZEN SUPER BLIC** – je događaj koji traje svega nekoliko sati i sprovodi se odmah po identifikaciji problema u procesu ili na samoj mašini. [12]

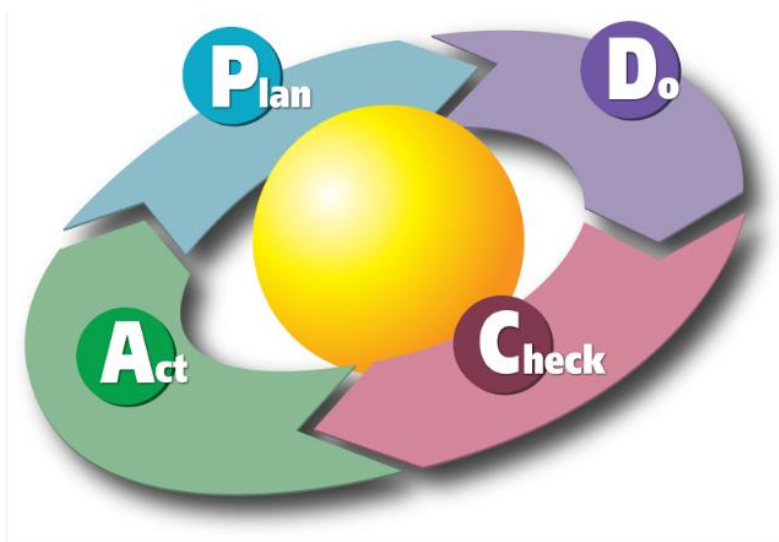
### **Principi Kaizena:**

1. Glavna prednost poduzeća su njeni radnici.
2. Unapređenje procesa će se prije desiti ako se unapređuje po malo, nego mnogo odjednom.
3. Unapređenja treba implementirati čim se ukaže mogućnost za to.
4. Preporuke za unapređenje moraju biti bazirane na kvantitativnim i statističkim metodama evaluacije procesa. [12]

**Demingov krug [13]**

Kaizen aktivnost se bazira na Demingovom krugu kvalitete sa 4 osnovne aktivnosti koje treba sprovesti (Slika 13.):

- a) *Planiranje* (eng. Plan) – Potrebno je identificirati ciljeve, ispravno raspodijeliti posao i postaviti jasan plan akcije sa ključnim komponentama.
- b) *Provođenje* (eng. Do) – Implementacija plana; provodi se provjera predloženih unaprjeđenja i prikupljaju se dobiveni rezultati
- c) *Provjera* (eng. Check) – usporedba rezultata provedbe plana i očekivanih rezultata plana. Proslijediti dobivene rezultate nadređenima te članovima timova, kako bi se raspravili propusti i moguća poboljšanja.
- d) *Zaključivanje* (eng. Act) – Pristupa se implementaciji poboljšanja, odnosno rješavanju uzroka glavnih problema. Procedure rada prihvaćenog rješenja se standardiziraju kako bi svi zaposlenici točno znali na koji način će ih primjenjivati u budućem radu.



Slika 13. PDCA (Demingov) krug [13]

PDCA krug predstavlja neprekidan ciklus koji se stalno ponavlja i samim time poboljšanja postaju dijelom svakodnevnog života. Organizacija na taj način bolje upoznaje vlastito funkcioniranje, a samim time i zahtjeve kupca.

### **Deset pravila Kaizena [14]**

#### *1. Sumnjajte u status quo (sadašnje stanje)*

Konvencionalno razmišljanje može biti pogubno. Pravi Kaizen misaoni sklop zahtjeva da se razmišlja iznad zdravog razuma. To znači sljedeće: ako je nešto pokvareno naravno da će se popraviti. No, iako nešto radi moramo to proučiti i vidjeti kako može biti još bolje, jer bez unaprjeđenje nema dugoročnog opstanka.

#### *2. Razmišljajte „Kako nešto napraviti?“ umjesto „Zašto se ne može napraviti?“*

Razlog tome je taj što je takvo razmišljanje loše za napredak. Stoga je potrebno prakticirati pitanje kako?, a ne zašto?. To je od iznimne važnosti, ako se žele postići ikakve ozbiljnije i dugoročnije promjene.

#### *3. Prestanite se ispričavati. Počnite preispitivati trenutne navike*

Kada se otkrije pogreška ili kvar, ne smije se ispričavati ili okrivljavati nekog drugog. Umjesto toga, potrebno je otići do pravog izvora problema da se vidi što se uistinu događa. Zna li radnik kako ispravno obaviti svoj posao? Jesu li kod njega prisutni valjani standardi rada? Jesu li svi zaposlenici propisno obučeni? Kakav je radni prostor?

Ako ima propusta u jednom ili više tih područja, menadžment se mora ponijeti odgovorni i otkloniti problem. Za takvo što bi, primjerice, dobro došla 5S metoda.

Iako se čak čini da je sve uredu, potrebno je shvatiti da niti jedan standard nije nepogrešiv pa bi trebalo poboljšati standarde navika i menadžmenta i zaposlenika.

#### *4. Ne tražite perfekciju „preko noći“*

Za nas mnoge vrijedi da želimo sve i to odmah. No traženje trenutačne perfekcije nije po Kaizen načelima. Dakako, perfekcija u obavljanju zadataka je konačni cilj, ali se nikad ne postiže samo jednim korakom.

#### *5. Ispravite pogreške odmah*

Mnogo puta to znači implementacija privremenog rješenja prije nego se može oformiti dugoročnije rješenje. Naravno, ako je problem kompleksniji naravno, mora se tražiti pomoć ostalih i primjereno dokumentirati poteze. No, potrebno je biti pažljiv i ne planirati postupke danima ili tjednima.

#### *6. Ne trošite novac na Kaizen*

Mnogo puta najbolje rješenje ne košta ništa. Posebno je lako upasti u zamku misleći da će nova oprema ili tehnologija obrisati sve probleme. No, ako se uzme vremena i prouči problem, moguće je doći u poziciju da se stvari poboljšaju bez dodatnih troškova. Dakako, ako se nakon iscrpljivanja svih alternativa dođe do zaključka da je ipak potrebno potrošiti novac, biti će lako opravdati kapitalna ulaganja navodeći sve prethodno isprobane načine za jeftino rješavanje problema.

#### *7. Mudrost izlazi na vidjelo kada se suočimo s poteškoćama.*

Naime, ako se o ničemu ne razmišlja s ciljem da se riješi, neće se ni riješiti. Dakle, potrebno je imati i pravi problem oko kojega je moguće iskoristiti potencijale Kaizena. Dakako, to se odnosi većinom na Kaizen radionice u kojima mora biti postavljen cilj, da bi se mogao postići.

#### *8. Pitajte se „zašto“ nekoliko puta i tražite srž problema.*

Dakle, za svaki zašto? bi trebao postajati i zato. Stoga za bilo kakav problem se može postaviti para pitanje i tako doći do glavnog uzroka problema. Bitno je reći da pitanja moraju na neki način biti povezana, kako bi se u što manje pitanje došlo do glavnog uzroka svih pitanja.

#### *9. Radije tražite mudrost deset ljudi nego znanje jednoga*

Kaizen filozofija uvjerava ma koliko odlični bili, slušanje (i to pažljivo) drugih ljudi, mora polučiti dobar rezultat i olakšati napore da se uspije u implementaciji Kaizena. To je i jedna od značajki Kaizena – da je potrebno uključiti sve ljude unutar organizacije jer oni znaju najbolje koji su njihovi problemi u radu i zasigurno imaju vizije i rješenja kako bi ih otklonili.

#### *10. Zapamtite da su mogućnosti za Kaizen praktički beskonačne*

Kaizen je mentalni sklop i način razmišljanja kojem nema kraja jer se nikad neće moći postići savršenstvo, no potrebno mu je stalno približavanje.

## Kaizen alati

### 5 Why's (5 x Zašto?)

Metoda 5Why's ili "pet puta zašto" je alat za identifikaciju uzroka raznih problema. Kroz pet postavljenih pitanja zašto se pojavio neki problem, razinu po razinu se filtrira pravi uzrok.[11]

Koncept: odgovor na prvo postavljeno pitanje rijetko kada otkriva uzrok problema.

*Primjer:* Pukao je vijak čime se onemogućuje nastavak rada na stroju.

*Rješenje:* zamjena vijka

Iako će ta akcija biti korektivna i stroj će ponovno raditi, to nije stvarno rješenje problema jer nije postavljen pet puta upit zašto. [1]

<b>Zašto</b> je pukao vijak?	Zato što nije podmazan.
<b>Zašto</b> vijak nije podmazan?	Zato što radnika A nije odradio tjedno održavanje
<b>Zašto</b> radnik nije odradio tjedno održavanje?	Zato jer je na bolovanju.
<b>Zašto</b> netko drugi nije napravio tjedno održavanje?	Zato jer procedura to ne predviđa.
<b>Zašto</b> procedura ne predviđa takvu situaciju?	Zato jer je odgovorna osoba nije predvidjela?

Tablica 2. Primjer 5 x Zašto? alata [1]

### Ishikawa dijagram

Ishikawa dijagram (dijagram uzroka i posljedica, C&E dijagram, "riblja kost") počeo je razvijati prof. Kaoru Ishikawa na Sveučilištu u Tokiju 1943. godine. Ishikawa dijagram predstavlja jednostavnu i vrlo korisnu metodu za sagledavanje što više mogućih uzroka koji dovode do posljedice/problema koji se analizira, a sve u cilju poboljšanja i unapređenja poslovnih procesa u nekoj organizaciji. Vizualni prikaz uzroka koji ova metoda pruža olakšava analizu njihovog međusobnog odnosa i značaja. On grafički ilustrira odnos između datog izlaza i svih faktora koji utječu na izlaz.

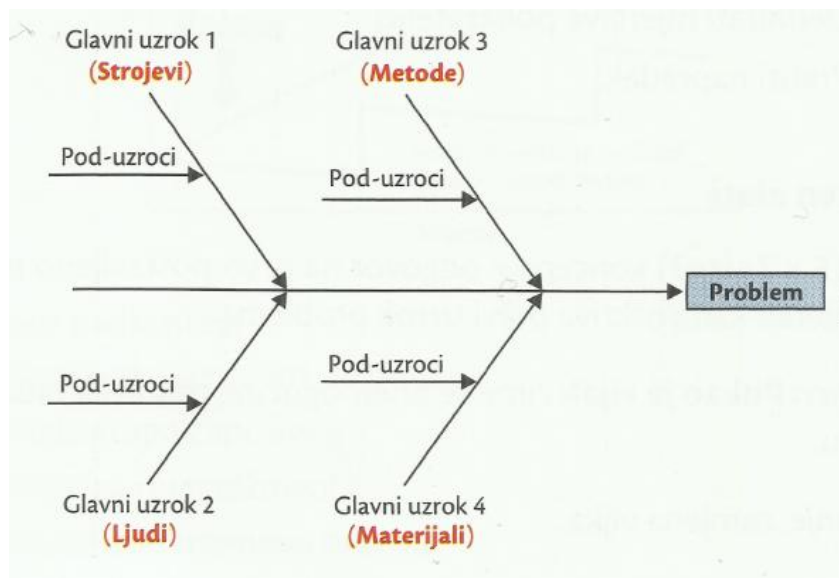
Ishikawa dijagram u pravilu izrađuje grupa stručnjaka (djelatnika) koji imaju dostatna saznanja o razmatranom problemu, a poželjno je da su u grupi pojedinci različitih kvalifikacija i raznih stručnih područja.

Prema iskustvu Ishikawe, najefikasniji učinci postižu se radom u grupi od 4 do 8 ljudi pri čemu rad grupe (izradu dijagrama) koordinira voditelj grupe koji je imenovan od Strane

vodstva, odnosno uprave. Tijekom izrade dijagrama rasprave trebaju biti svedene na minimum, a čime također upravlja voditelj grupe. Rasprava služi, u pravilu, samo za poticanje “oluje mozgova” (eng. *brainstorming*), a rezultat “oluje mozgova” pretače se u dijagram.

Ishikawa dijagramom se stvara brza slika o problemu koji se rješava te se vrlo efikasno dobiva odraz kolektivnog znanja.

Prilikom primjene Dijagrama uzrok-posljedica učesnici konstruiraju grafički prikaz uzroka organiziranih tako da pokažu njihov odnos sa specifičnom posljedicom (Slika 14). [15]



Slika 14. Opći izgled Ishikawa dijagrama [1]

Konstruiranje dijagrama se sastoji od sljedećih koraka:

1. *Identificiranje posljedice (problema)* – npr. velika potrošnja goriva
2. *Identificiranje uzroka* – npr. greške osoblja, nezadovoljavajući materijali ili metode vožnje
3. *Identifikacija drugih faktora koji utječu na pojavu uzroka* – npr. do pojave uzroka korištenje neodgovarajućih metoda vožnje može dovesti prebrza vožnja, vožnja u pogrešnoj brzini itd. [15]

Primjena ovog dijagrama je široka, odnosno, taj dijagram je univerzalno primjenjiv naročito za poboljšanje procesa sa svrhom optimiziranja, produktivnosti, troškova itd., te za analizu grešaka, reklamacija i drugih nedostataka. Primjena ovog dijagrama je također vrlo dobra kada se radi o nekim kompleksnim strukturama, tada se pomoću tog dijagrama vrlo dobro može vizualizirati te kompleksne strukture kako bi one postale preglednije. [15]



## Kaizen radionice

Značajke: [1]

- Konkretna problem
- Mala grupa zaposlenika
- Podrška menadžmenta
- Interdisciplinarnost timova

Osnovni koncept Kaizen radionice je: [1]

- Definirati problem
- Utvrditi trenutno stanje
- Analizirati trenutno stanje
- Iznijeti ideje za moguće unapređenje
- Odabrati najbolje ideje
- Definirati plan provedbe novih mjera
- Definirati mjerljive pokazatelje
- Pratiti napredak



Slika 15. Tijek Kaizen radionice [1]

## 2.6.2. 5S

Još jedan koncept koji potiče iz Toyotinih pogona, a glavni mu je cilj poboljšanje načina rada unutar tvornice ili bilo kakve druge organizacije. Jedan je od glavnih pod-alata Kaizena.

Sam naziv potječe od prvih slova 5 japanskih riječi:

- **Seiri** – *Sort* - sortirati
- **Seiton** – *Straighten* – staviti u red
- **Seiso** – *Scrub* - očistiti
- **Seiketsu** – *Standardize* - standardizirati
- **Shisuke** – *Sustain* – održati

### 1. SORTIRATI (engl. *Sort*, jap. *Seiri*)

- Osloboditi prostor od nepotrebnih stvari,
- Ukloniti sve zapreke i predmete koji smetaju,
- Vizualnim alatima omogućiti kontrolu predmeta u prostoru,
- Nepotrebne predmete označene crvenom oznakom premjestiti u prostor za crvene oznake.

#### Efekti primjene:

- Smanjuje se mogućnost traženja izgubljenih dijelova,
- Povećava se sigurnost,
- Na radnom mjestu su ostali samo alati i naprave potrebni za rad.[11]

### 2. STAVITI U RED (engl. *Set in order*, jap. *Seiton*)

- Na radnom mjestu ostaviti samo predmete koji su potrebni,
- Predmete posložiti na način da se optimizira vrijeme njihova izuzimanja (prema frekvenciji korištenja),
- Za sve predmete mora postojati mjesto i sve mora biti na svom mjestu.

#### Efekti primjene:

- Olakšava se pronalaženje, korištenje i vraćanje alata i materijala,
- Uklanja se frustracija nastala uslijed traženja predmeta,
- Radna okolina postaje ugodnija za rad,
- Smanjuje se broj ozljeda na radu [11]

### 3. OČISTITI (engl. *Shine*, jap. *Seiton*)

- Potrebno je identificirati mjesta čišćenja,
- Odgovornost je svakog radnika da održava radno mjesto čistim
- Potrebno je postaviti ciljeve i raditi na tome da ih se postigne,
- Radni prostor potrebno je konstantno održavati čistim i urednim,
- Čisto mora biti svagdje, čak i tamo gdje se ne vidi (iza regala, polica, ispod strojeva)

#### Efekti primjene:

- Lakše je otkriti greške
- Prostor je više dopadljiv kupcu
- Stvorena je bolja radna okolina
- Povećava se efikasnost i smanjuju se nezgode [11]

### 4. STANDARDIZIRATI (engl. *Standardize*, jap. *Seiketsu*)

- Uspostaviti standarde i standardne procedure,
- Na radna mjesta uvesti vizualnu kontrolu,
- Održavati radna mjesta na nivou na kojem se lako otkrivaju problemi,
- Kontinuirano unapređenje kroz kontinuiranu provjeru i provođenje akcijskog plana.

#### Efekti primjene:

- Daje standarde po kojima se radi,
- Omogućava da prva 3S-a postanu navika,
- Promovira vlasništvo nad procesom,
- Osigurava raspored 5S aktivnosti. [11]

### 5. ODRŽATI (engl. *Sustain*, jap. *Shitsuke*)

- Ugraditi vizualnu komunikaciju umjesto verbalne,
- Osigurati da 5S postane rutina,
- Održavati sva uvedena unapređenja,
- Nadograđivati postojeća unapređenja,
- Održavati dogovorene procedure.

#### Efekti primjene:

- Osigurava da se ne vrati natrag na stari način rada
- Potiču se zaposlenici da unapređuju trenutno stanje. [11]

Implementacijom 5S ostvaruje se:

- Povećanje sigurnosti,
- Povećanje kvalitete,
- Povećanje produktivnosti,
- Povećanje pouzdanosti strojeva. [11]



Slika 16. Grafički prikaz 5S [16]

### 2.6.3. Just in time – JIT

“Just-in-time“ je filozofija upravljanja proizvodnjom koja se temelji na proizvodnji pravog proizvoda u pravo vrijeme i u pravoj količini minimalnim korištenjem materijala, rada i prostora. [11]

Pomoću JIT sustava koriste se materijali, dijelovi i sklopovi samo u potrebnoj količini s najmanjim mogućim vremenom protoka. Također se nastoji eliminirati potreba dvostruke kontrole kvalitete i to kod proizvođača i prilikom eliminiranja pošiljki kod kupca. Takav proizvodni proces podrazumijeva da svaki zaposlenik mora provjeriti posao koji je obavljen u koraku ispred jer to je ujedno preduvjet da svoj posao obavi dobro.

Just in Time koncept upravljanja proizvodnjom stavlja naglasak na poboljšanje lanca opskrbe s krajnjim ciljem eliminacije zaliha i skladištenja proizvoda te među skladištenja dijelova i poluproizvoda u proizvodnom lancu. To je sustav upravljanja proizvodnjom koji zahtjeva visok stupanj kontrole proizvodnog procesa, maksimalnu usklađenost aktivnosti u proizvodnom procesu te totalnu kvalitetu proizvoda. Uvođenje takvog sustava u proizvodni sustav omogućuje izradu detaljnih planova proizvodnje koji eliminiraju sva nepotrebna čekanja i zastoje jer koncept nalaže da se operacije obavljaju upravo na vrijeme iz čega i proizlazi njegov naziv.

Cilj uvođenja Just in Time sustava je smanjenje zaliha, poboljšanje kontrole kvalitete opskrbe, smanjenje administracije i vremena obrade dokumenata povezanih s dostavom i otpremom te povećanje brzine i točnosti isporuka kako ne bi dolazilo do zastoja i gubitka u sljedećem koraku proizvodnog procesa.

#### Prednosti JIT-a:

- manje zalihe materijala,
- kraće vrijeme dostave,
- kraće vrijeme proizvodnje,
- veća produktivnost,
- bolja iskorištenost kapaciteta,
- pojednostavljeno planiranje i raspoređivanje,
- bolja kvaliteta i manje gubitaka,
- suradnja s dobavljačima,
- brže rješavanje problema.

#### Nedostaci JIT-a:

- visok rizik pri implementaciji JIT sustava,
- potrebno je određeno vrijeme da bi se počeli dobivati rezultati,
- primjenjiv je za stabilne organizacije,
- potrebno je stalno ulaganje,
- potrebna angažiranost svih zaposlenih,
- mijenjanje rasporeda da se smanji kretanje,
- prilagodba radnika povećanoj odgovornosti. [17]

## 2.6.4. Kanban

Kanban (kartica) je sustav koji zalihe u proizvodnji želi smanjiti te ih zadržati na što nižem nivou. Samo-upravljanje tokom materijala između dobavljača i poduzeća koje preuzima robu koristi se u JIT proizvodnji. Dakle, Kanban je alat koji se koristi za postizanje JIT-a. Kanban je sustav signalizacije koji koristi kartice pomoću kojih se signalizira potreba za određenim proizvodom, sirovinom, poluproizvodima i slično.

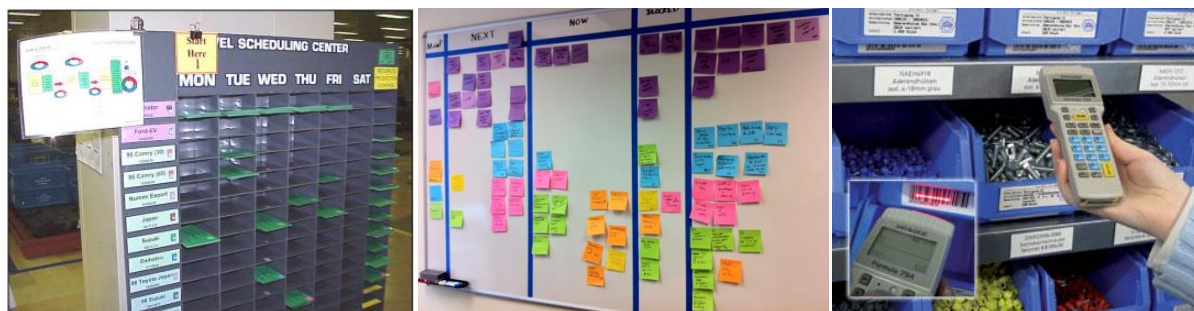
Nastao je po uzoru na američke supermarkete. U supermarketima se polica dopunjava kada se količina na njoj smanji na određenu mjeru. Prevedeno na „jezik proizvodnje“ prethodna operacija proizvodi točno ono što iduća treba po principu *pull* sustava. [6]

Kanban sustav uključuje:

- Što se povlači (What gets pulled)
- Kada se povlači (When it is pulled)
- Koliko se povlači (How much is pulled)
- Otkuda se povlači (Where to pull from)

Kanban kartica može biti bilo koji oblik informacije (papirnati ili elektronski) uz uvjet da korisnik može zapisivati informaciju o potrebi i utrošku materijala. Sadržaj kartice uključuje podatke koji se odnose na:

- Informacije o dijelovima i količini
- Informacije o skladištenju i potrebama
- Korisnički podaci

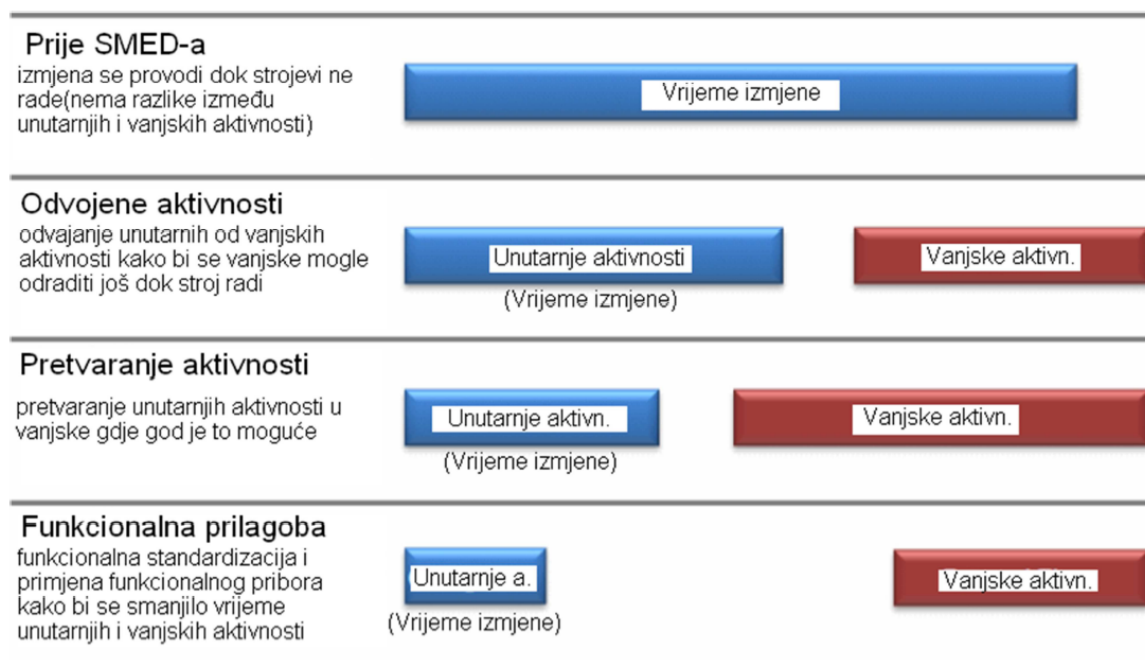


Slika 17. Različiti oblici Kanban kartica (papirnati i elektronski) [6], [18], [19]

## 2.6.5. SMED

SMED metoda čiji naziv potječe kao skraćenica od: „Single-Minute Exchange of Dies“ jest metoda koja ima za cilj smanjenje vremena potrebnog za izmjenu alata ili neke druge opreme u procesu proizvodnje.

Sam naziv „Single-Minute Exchange of Dies“ implicira da se zapravo teži smanjiti vrijeme za izmjenu alata na jednoznačenkastu vrijednost. [20]



Slika 18. Utjecaj SMED-a na vrijeme izmjene alata [20]

Koristi primjene SMED-a [20]:

- Manji troškovi proizvodnje (brža promjena alata ima za posljedicu kraće vrijeme zastoja opreme).
- Manje dimenzije dijelova (brža promjena alata omogućuje češću promjenu proizvoda koji se izrađuje).
- Brži (lakši) odgovor na zahtjeve kupaca.
- Lakše pokretanje (Standardizirani procesi izmjene alata poboljšavaju konzistenciju i kvalitetu).

## 2.6.6. VSM – Mapiranje toka vrijednosti

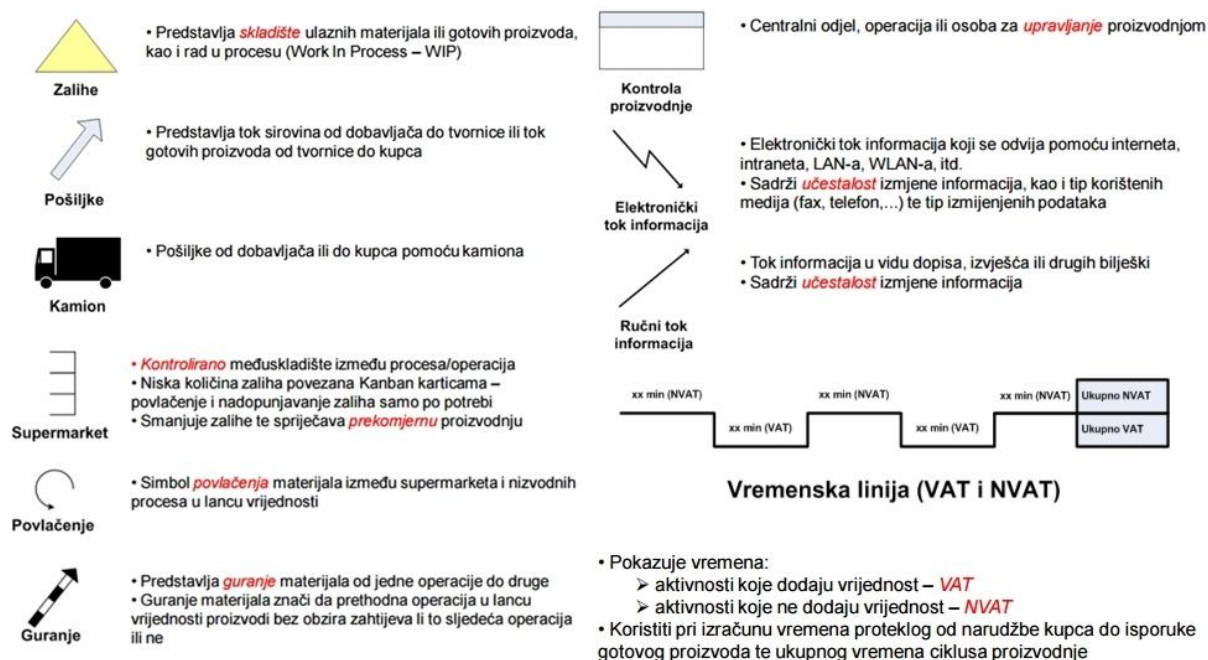
VSM (eng. *Value stream mapping*) je alat za vizualni prikaz toka materijala i informacija od trenutka primanja narudžbe do isporuke proizvoda kupcu. [21]

Svrha VSM-a: [21]

- pokazati povezanost između toka materijala i informacija za određeni proizvod ili procese
- pomaže pri planiranju poboljšavanja
- pomaže pri razlikovanju aktivnosti koje dodaju vrijednost od onih koje ne dodaju vrijednost

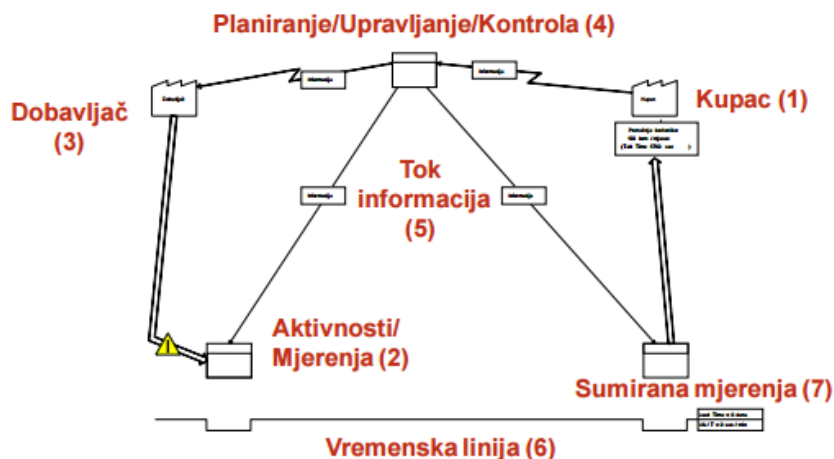
Koraci pri mapiranju toka vrijednosti [21]:

- Definirati proizvod ili grupu proizvoda
- Mapiranje trenutnog stanja lanca vrijednosti
- Mapiranje budućeg stanja lanca vrijednosti
- Razvijanje plana za implementaciju poboljšanja i njegovo izvođenje



Slika 19. Prikaz osnovnih simbola VSM-a [21]





Slika 20. Osnovna struktura mape toka vrijednosti [21]

### 2.6.7. TPM – Cjelovito učinkovito održavanje

TPM predstavlja program kontinuiranog poboljšanja u svim područjima poduzeća. Pri tom je glavni cilj pronalaženje gubitaka sa ciljem nula grešaka, nula zastoja, nula gubitaka u kvaliteti, nula ozljeda. Glavni fokus je na proizvodnji. TPM je ujedno i program stalnog poboljšavanja uspješnosti pogona i strojeva.

TPM zahtjeva djelotvorni timski rad, razvoj vještina za rukovatelje strojeva i održavatelje. Implementacija TPM-a nije jako skup, ali nije lak za provedbu te zahtjeva podršku rukovodstva. [11]

#### Glavni ciljevi TPM-a:

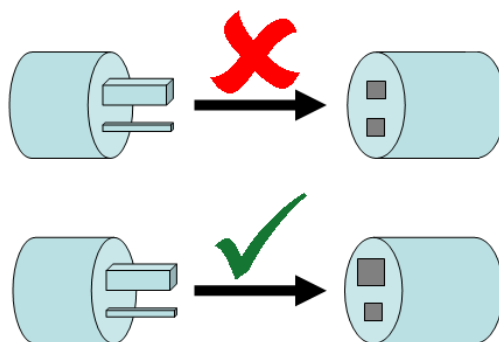
- poboljšanje kvalitete proizvoda
- smanjenje gubitaka
- poboljšanje stanja održavanja
- prenošenje ovlaštenja na djelatnike
- smanjenje troškova
- povećanje produktivnosti
- prekidanje začaranog kruga reaktivnog održavanja - otklanjanja kvarova [11]

### 2.6.8. Poka Yoke

Poka yoke je još jedna metoda za onemogućavanje grešaka u proizvodnji. Poka u prijevodu znači greška, a yoke znači sprečavanje. Ove dvije riječi bi u slobodnom prijevodu značile zaštitu od grešaka. Poka yoke su uređaji koji ne dozvoljavaju da dođe do greške od strane radnika. Radnici ne vole dosadne jednostavne repetitivne poslove, ali se oni moraju uraditi. Tada se koriste poka yoke uređaji kako ne bi dozvolili da se upravo na takvim procesima dogodi greška.

Najjednostavniji primjer poka yoke metode bi bio da je na određenom radnom mjestu potrebno zavrnuti 10 šarafa na neki proizvod, onda bi poka yoke bila posuda sa 10 zapakiranih šarafa. Ukoliko ostane neki šaraf u posudi znači da proizvod nije pravilno obrađen.

Još jedan oblik poka yoke tehnike je pojednostavljivanje uređaja i operacija. Jednostavni primjer je OS2 port za miša na matičnoj ploči računala. Nemoguće je priključiti miša pogrešno jer priključak odgovara samo na jednoj poziciji. Najčešće su i port i priključak na mišu zelene boje, tako da i taj faktor umanjuje mogućnost pogrešnog instaliranja. [22]



Slika 21. Vizualni prikaz principa poka yoke [22]

Poka yoke uređaji najčešće ne predstavljaju veliku investiciju, ali zato u mnogome pomažu minimizirati varijacije proizvoda. Specifičnost ovih uređaja je u tome što moraju biti konstruirani tako da ne dozvole greške u procesu obrade, a jedini način da projektiranje poka yoke uređaja bude efikasno je precizna analiza samih proizvodnih procesa i jasan cilj što se želi postići u proizvodnji. U slučaju poka yoke uređaja zadovoljni su i management poduzeća i radnici, management jer se smanjuje varijacija u proizvodnji i mogućnost proizvodnje lošeg proizvoda, a radnici jer su rasterećeni obaveze da provjeravaju proizvode, a novonastalo vrijeme mogu iskoristiti za rad na drugim aktivnostima ili odmoru. [22]

### 3. PRIMJENA KAIZENA U PODUZEĆU

#### 3.1. Osnovni podaci o poduzeću „Feroimpex d.o.o.“

Današnje poduzeće Feroimpex, nastalo je 1976. god. iz male bravarske radionice, koja se bavila proizvodnjom vijaka i opruga. Taj je mali pogon tijekom godina prerastao u radionicu za proizvodnju dijelova za strojeve za tekstilnu industriju.

Feroimpex je danas moderno poduzeće, koje djeluje na hrvatskom i europskom tržištu. S ugodnom timom stručnjaka i više od 280 zaposlenih ostvaruje vrhunske rezultate u zahtjevnoj proizvodnji ležajeva, dijelova za automobilsku, željezničku industriju, industriju-proizvodnja alata i komponente ležajeva za vjetroelektrane. U posljednjih nekoliko godina ulazi u sam vrh hrvatskog gospodarstva. Proizvodni pogoni zauzimaju oko 10.000 m<sup>2</sup> s čime je završen novi investicijski ciklus.

Poslovni rezultati značajniji su ako se u obzir uzme relativno mali broj djelatnika u odnosu na rezultate koji se postižu.

Poduzeće je u 100% privatnom vlasništvu obitelji Legac. [23].



Slika 22. Feroimpex d.o.o. [23]

## 3.2. Planiranje i priprema Kaizen radionice

Prije početka provedbe radionice, bilo je potrebno napraviti nekoliko pripremnih aktivnosti. Najprije je bilo potrebno definirati granice Kaizen događaja, odnosno odrediti u kojem odjelu poduzeća će biti primijenjen. Odabran je odjel proizvodnje u dogovoru sa voditeljem odjela mag. ing. mech. Dejanom Sokolovićem. Zatim je slijedio odabir članova tima. Kao voditelj odjela, Dejan Sokolović ujedno je bio i voditelj tima. Za ostale članove, osim mene kao moderatora tima, odabrani su kolega s fakulteta Petar Gregurić te tri radnika iz odjela. Nakon toga, slijedio je odabir metrike koja će opisati trenutno stanje sustava (performans) i omogućiti usporedbu sa stanjem sustava nakon implementacije poboljšanja. Odlučili smo se za vremena čekanja te količinu kretanja (duljina transportnog puta). Na kraju, netom prije provedbe same radionice, uslijedio je kratak trening članova tima. Članovi tima ukratko su upoznati s osnovama Lean menadžmenta koje uključuju sedam vrsta gubitaka u proizvodnji te Lean alate, prvenstveno 5S, Kaizen i SMED.

## 3.3. Provedba Kaizen radionice

### 3.3.1. Analiza trenutnog stanja sustava i prepoznavanje problema koji su prisutni.

Analiza cjelokupnog odjela proizvodnje, provedena je postepeno po područjima rada unutar odjela.

#### **Područje 1: Radno mjesto tokarilice**

Provedena je analiza procesa pripreme tokarilice za početak izrade serije.

Proces pripreme tokarilice sastoji se od sljedećih koraka:

1. *Zaprimanje radioničke sheme komada iz serije koja se treba obraditi*
2. *Zaprimanje jednog (reprezentativnog) komada iz serije koja se treba obraditi.*
3. *Proces namještanja i kalibriranja tokarilice prema dimenzijama i materijalu obratka (početnog komada) te obliku izratka (gotovog komada).*

Moraju se staviti odgovarajuće čeljusti na glavu tokarilice te odgovarajući noževi. Čeljusti se moraju pravilno stegnuti i centrirati te se na upravljačkom računalu stroja definiraju parametri obrade.

Uočeni problemi:

- Nedostatak dodatnog radnika za transport alata i obradaka. Radnik koji radi na stroju mora svaki put ići osobno do alatnice i nazad kako bi uzeo potreban alat i pribor – nepotrebno kretanje te prekidi u radu
- U odjelu postoji desetak različitih vrsta tokarilica od različitih proizvođača (Slika 23) s različitim načinima rada, različitim alatima, priborom i načinom umjeravanja te stoga usporavaju proces pripreme svakog stroja, budući da se radnik svaki put treba podsjetiti kako se koji stroj priprema (tipovi noževa i čeljusti koji su kompatibilni za stroj; način rada na upravljačkom računalu stroja i slično). Stoga, proces namještanja i kalibriranja stroja uvelike ovisi o znanju i iskustvu radnika. Također, raznolikost strojeva uzrokuje i potrebu za većim brojem programera jer svaki proizvođač ima drugačije upravljačko računalo na stroju.



Slika 23. Strojevi od različitih proizvođača

#### 4. Unošenje NC koda u stroj

Uočeni problemi:

- Radnik ne koristi mobitel za komunikaciju s uredom za programiranje već odlazi osobno do drugog kata proizvodne hale kako bi obavijestio programera da treba ubaciti novi kod u stroj – nepotrebno kretanje i gubitak vremena

- programer mora prvo doći osobno do stroja te ga onda ručno povezati sa svojim laptopom kako bi unio kod – čekanje radnika na stroju

U tablici 3. prikazano je vrijeme čekanja radnika tijekom procesa unošenja NC koda u stroj

Prosječno vrijeme čekanja radnika da programer zaprimi obavijest te dođe do radnog mjesta stroja, <i>min</i>	12
Prosječno vrijeme čekanja radnika da programer unese NC kod u stroj, <i>min</i>	10
Ukupno vrijeme čekanja, <i>min</i>	22

Tablica 3. Vrijeme čekanja radnika na stroju tijekom procesa unošenja NC koda u stroj

#### 5. Obrada komada prema radioničkoj shemi

#### 6. Mjerenje (gruba kontrola) obrađenog komada na mjernoj uri (Slika 24.)

Prije početka mjerenja, mjerna ura mora biti umjerena. Zatim slijedi mjerenje komada.

Ukoliko obrađeni komad odstupa imalo od definiranih tolerancija, stroj se mora ponovno kalibrirati i komad ponovno obraditi. Zatim se ponovno ponavlja proces mjerenja komada pomoću mjerne ure te proces obrade. Proces se ponavlja sve dok mjere obrađenog komada ne budu unutar tolerancije. Brzina i kvaliteta izvođenja ovog procesa uvelike ovisi o iskustvu radnika.



Slika 24. Mjerne ure



### 7. Detaljna kontrola obrađenog komada u prostoriji za kontrolu

Ukoliko su sve dimenzije unutar tolerancija definiranih radioničkim crtežom, kontrolor daje odobrenje za početak izrade serije.

### 8. Početak izrade serije.

## Područje 2: Alatnica

Analizom alatnice ustanovljeno je da je u vrlo dobrom stanju. Sva oprema i alati za strojeve su dobro organizirani po policama. Sva oprema je grupirana prema po proizvodnoj liniji, odnosno prema stroju za koji se koristi, a pomoću oznaka za proizvodne linije. Svaki komad alata i opreme na sebi također sadrži oznaku te su uredno posloženi na odgovarajuće mjesto (Slika 25). Što se tiče čistoće, alatnica ima minimalnu prljavštinu i prašinu po podu, nema paučine po zidovima i policama što sugerira da radnici uredno čiste i održavaju alatnicu.



Slika 25. Organizacija alata i opreme na policama

Glavni i jedini problem alatnice je nedostatak prostora. Naime, osim odjela proizvodnje, alatnicu još koriste i dva druga odjela koji unutra pohranjuju i svoju opremu i alate. To stvara problem za odjel proizvodnje jer nedostaje prostora za dodatne ili veće police. Alati i oprema za strojeve se gomilaju na malom prostoru. Stoga postoje i veliki rizici od oštećenja i zametanja opreme. Također je zbog toga povećana neurednost i neprohodnost u alatnici. (Slika 26.)



Slika 26. Problemi uzrokovani nedostatkom prostora u alatnici

### Područje 3: Kalionica i ured za kontrolu tvrdoće

U samom procesu kaljenja, nema nikakvih problema niti velikih mogućnosti za unaprjeđenje. Koriste se najnoviji strojevi, u potpunosti automatizirani. Proces se prati putem digitalnih računala koji detaljno prikazuju njegovo stanje u svakom trenutku.

Nakon procesa kaljenja, slijedi kontrola tvrdoće i dubina prokaljenosti gotovih komada. Kontrolu je potrebno izvršiti na većem broju komada iz netom kaljene serije (broj komada koje se treba kontrolirati ovisi o zahtjevima kupca). Ovdje se pojavljuje problem. Naime, ured za kontrolu se nalazi na drugom kraju hale što uzrokuje velike transportne udaljenosti između kalionice i ureda za kontrolu (Tablica 4.).

Transporta udaljenost u jednom smjeru, $m$	Udaljenost prijeđena jednim transportom, $m$	Prosječan broj transporta u smjeni	Ukupni transportni put koju radnik prijeđe po smjeni, $m$
100	200	25	5000

Tablica 4. Transportne udaljenosti između kalionice i ureda za kontrolu tvrdoće

Iz tablice 4. vidljivo je da kontrolor za svaki uzorak koji se uzme za kontrolu, mora u svakom smjeru proći udaljenost od 100 metara. Na taj način, kontrolor u prosjeku po smjeni prođe put od čak 5 kilometara.



Za olakšano planiranje i analizu Kaizen radionice s pomoću programa Microsoft Excel, napravljeno je pojednostavljeno softversko rješenje pod imenom "Povelja (plan) Kaizen radionice".

Softversko rješenje sadrži podatke o članovima tima Kaizen radionice, opis trenutnog stanja sustava, ciljeve radionice i očekivane ishode radionice.

<b>POVELJA (PLAN) KAIZEN RADIONICE</b>		<b>Voditelj tima</b>	Dejan Sokolović, mag.	<b>Početni događaj</b>	
		<b>Koordinacija/komunikacija</b>			
<b>TIM</b>					
<b>Odjel</b>		<b>Prezime</b>		<b>Ime</b>	
1.	Proizvodnja	Oršiček		Vedran	
2.	Proizvodnja	Mick		Renato	
3.	Proizvodnja	Žagar		Krešimir	
4.	Student	Gregurić		Petar	
5.	Student	Perković		Eugen	
6.					
7.					
8.					
<b>OPIS PROBLEMA I CILJEVI</b>					
<b>Trenutno stanje - problemi</b>		<b>Cilj</b>		<b>Očekivani ishodi radionice</b>	
Korištenje strojeva od različitih proizvođača uzrokuje poteškoće za radnike, kao što su dulje vrijeme pripreme i umjeravanje strojeva. Također su povećani izgledi za ljudske pogreške. Potrebno je znanje i iskustvo svakog radnika za upravljanje svakim strojem.		Iznijeti ideje za moguća unaprjeđenja i rješavanje problema, te definirati plan provedbe novih mjera i mjerne pokazatelje; smanjenje kretanja i pripremno-završnih vremena		Uspješno definiranje novih ideja i mjera za unapređenje i rješavanje navedenih problema, sa dobivenim pozitivnim mjernim pokazateljima te eventualna trenutačna implementacija nekih od iznesenih rješenja.	
Samo jedna alatnica za više različitih odjela - prenatrpanost alatnice i nedostatak prostora					
Nedostatak dodatnog radnika za transport alata i obradaka između postaja u odjelu - radnici na stroju moraju ići sami po alate i obratke u alatnicu te nositi gotove obratke na kontrolu					
Velika transportna udaljenost između sobe za kontrolu tvrdoće i kalionice - nepotrebno kretanje					
Loša komunikacija, odnosno povezanost između programera te radnika i stroja u proizvodnji - programer često zbog nekih prekida u radu stroja ne zna kada treba ubaciti novi program u stroj pa radnik na stroju mora sam otići na drugi kat hale po njega i obavijestiti ga. Također, nakon što programer zaprimi obavijest, mora hodati natrag do stroja, zajedno s laptopom, te ga onda ručno programirati na samom radnom mjestu. To troši dosta vremena i uzrokuje gužvu na radnom mjestu stroja.					
<b>PRIPREMA</b>					
<b>Sponzor/koordinator</b>		<b>Moderator</b>		<b>Članovi tima</b>	
Feroimpex d.o.o		Perković Eugen		Oršiček, Mick, Žagar, Perković, Gregurić	

### **3.3.2. Identificiranje procesa i područja za poboljšanja te definiranje mogućih unapređenja i rješenja problema**

#### Područje 1: Radno mjesto tokarilice

##### a) Unapređenje procesa namještanja i kalibriranja tokarilice

- Zaposliti jednog ili dva radnika koji će prenositi alate, obratke i dokumentaciju od radnog mjesta stroja do alatnice, odjela za kontrolu, odjela za programiranje i obratno.
- Prema savjetu radnika koji rade na strojevima, vodstvo poduzeća se treba odlučiti za jednog proizvođača strojeva (tokarilica) te ga postupno uvesti u cijeli pogon zamjenjujući pritom strojeve od drugih proizvođača.

##### b) Unaprjeđenje procesa unošenja NC koda u stroj

- Bežično povezivanje strojeva s odjelom za programiranje - ujedno je najbolje, ali i najskuplje rješenje.
- Drugo rješenje, koje je jednostavno i besplatno, jest naviknuti, ali i potaknuti radnike da koriste mobitele za komunikaciju u radu.

#### Područje 2: Alatnica

Moguća rješenja problema nedostatka prostora u alatnici:

- Proširenje, odnosno nadogradnja postojeće alatnice
- Izgradnja još jedne alatnice s kojom će se služiti radnici iz drugih odjela
- Premještanje cijele alatnice u drugu, veću prostoriju
- Premještanje dijela alata i opreme iz alatnice u neku drugu, manju prostoriju

Prva dva rješenja nije jednostavno implementirati budući da zahtijevaju veća financijska ulaganja te mnogo vremena, a isplativost je minimalna. Treće rješenje bi bilo najbolje rješenje, no samo ukoliko postoji višak neiskorištenog prostora u odjelu ili ako je vodstvo voljno napraviti zamjenu dvaju prostorija (npr. zamjena sobe za kontrolu sa alatnicom i obratno).

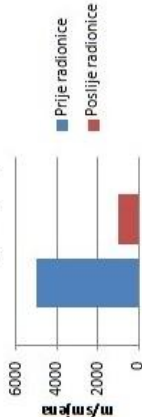
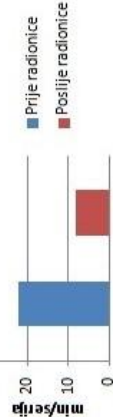
### Područje 3: Kalionica i ured za kontrolu tvrdoće

Preseljenje ureda za kontrolu tvrdoće na drugu lokaciju, bliže kalionici.

## **3.4. Rezultati**

Za sistematizaciju i olakšano praćenje rezultata Kaizen radionice, s pomoću programa Microsoft Excel, napravljeno je pojednostavljeno softversko rješenje pod imenom "Kaizen radionica - izvještaj".

Softversko rješenje sadrži osnovne podatke o samoj radionici, probleme uočene analizom trenutnog stanja sustava, predložene ideje za moguća unaprjeđenja te očekivane rezultate tih unaprjeđenja. Također sadrži rezultate dobivene mjerenjem i/ili procjenom, njihov opis i grafički prikaz.

KAIZEN RADIONICA - IZVJEŠTAJ									
Sponzor radionice			Naziv radionice			Kaizen radionica-Ferimpex			
Moderator radionice			Vrijeme održavanja			16.2.2017.			
Voditelj tima			Ideje za moguća unapređenja			Opis očekivanih rezultata			
Problemi			Ideje za moguća unapređenja			Opis očekivanih rezultata			
1	Korištenje strojeva od različitih proizvođača uzrokuje poteškoće za radnike, kao što su duže vrijeme pripreme i umjeravanje strojeva. Također su povećani izgledi za ljudske pogreške. Potrebno je znanje i iskustvo svakog radnika za upravljanje svakim strojem.		Prema savjetu radnika koji rade na strojevima, poduzeće se treba odlučiti za jednog proizvođača strojeva (tokarica) te ga postupno uvesti u cijeli pogon, zamjenjujući pritom strojeve od drugih proizvođača		Standardizacija načina upravljanja svim strojevima (isti način upravljanja za sve strojeve); eliminacija zastoja u radu te ubrzanje rada ljudi na strojevima; ukoliko se uvedu noviji strojevi, stvara se mogućnost međusobnog povezivanja svih strojeva (karakteristike ind.4.0) što onda omogućuje i centralno upravljanje, programiranje i kontrolu nad svim strojevima istovremeno.				
	Samo jedna alatnica za više različitih odjela - prenatrpanost alatnice i nedostatak prostora		Proširenje trenutne alatnice, izgradnja još jedne dodatne alatnice ili preseljenje alatnice u veću prostoriju.		Više prostora za alate i obratke, a time i manja mogućnost za njihovo oštećivanje ili zametanje; bolja preglednost, organiziranost i urednost alatnice.				
	Nedostatak dodatnog radnika za transport alata i obradaka između postaja u odjelu - radnici na stroju moraju ići sami po alate i obratke u alatnicu te nositi gotove obratke na kontrolu		Zapošliti jednog ili dva radnika koji će prenositi alate, obratke i dokumentaciju od radnog mjesta stroja do alatnice, ureda za kontrolu te ureda za programiranje.		Smanjenje dodatnog radnog opterećenja radnika na strojevima, smanjenje pripremno-završnih vremena i nepotrebnih kretanja radnika.				
	Velika transportna udaljenost između sobe za kontrolu tvrdoće i kalionice - nepotrebno kretanje		Preseljenje ureda za kontrolu tvrdoće na drugu lokaciju, bliže kalionici		Veliko smanjenje količine kretanja (dužine transportnog puta), a time i smanjenje fizičkog napora radnika; bolja i brža suradnja između kalionice i ureda za kontrolu				
	Loša komunikacija, odnosno povezanost između programera te radnika i stroja u proizvodnji - programer često zbog nekih prekida u radu stroja ne zna da treba ubaciti novi program u stroj pa radnik na stroju mora sam otići na drugi kat hale po njega i obavijestiti ga. Također, nakon što programer zaprimi obavijest, mora hodati natrag do stroja, zajedno s laptopom, te ga onda ručno programirati na samom radnom mjestu. To troši dosta vremena i uzrokuje gužvu na radnom mjestu stroja.		Najbolje, ali i najskuplje rješenje jest bežično povezivanje strojeva sa odjelom za programiranje. Drugo, jednostavnije i besplatno rješenje jest naviknuti i potaknuti radnike da koriste mobitele za komunikaciju u radu (primjećeno je da nitko od radnika tijekom smjene nije niti jednom koristio mobitel za komunikaciju, već su nepotrebno hodali od lokacije do lokacije kako bi prenijeli ili primili neku obavijest)		Smanjeno vrijeme čekanja radnika na radnom mjestu stroja, a time i skraćanje pripremno-završnih vremena. Programer će stalno dobivati obavijesti o trenutnom stanju stroja te se neće dogoditi zastoji u radu stroja. Također, programer će moći bežično iz svog ureda ubacivati program u stroj, bez nepotrebnog hodanja do samog stroja i trošenja vremena na ručno priključivanje laptopa na stroj i ubacivanje programa.				
Mjerljivi rezultati									
Metrika (opis)		Mjere prije radionice		Mjere poslije radionice (procjena)		Opis rezultata			
KRETANJE		Udaljenost prijeđena jednim transportom m		Prosječan broj transporta u smjeni		Ukupni transportni put koji radnik prijeđe po smjeni		Fotografije, grafovi, podaci	
Transportna udaljenost između kalionice i ureda za kontrolu tvrdoće		200		40		1000		Ukupni prijedeni transportni put od kalionice do ureda za kontrolu tvrdoće (po smjeni)	
25		5000		25		80%			
1		metar, m		80%		Smanjenje kretanja, odnosno transportnog puta između odjela za kontrolu tvrdoće i kalionice za 80% !			
ČEKANJE									
Ukupno vrijeme čekanja radnika na stroju tijekom procesa unošenja NC koda u stroj		22		8		64%		Ukupno vrijeme čekanja radnika na stroju tijekom procesa unošenja NC koda u stroj	
2		minuta, min		64%		Smanjenje ukupnog vremena čekanja radnika na stroju tijekom procesa unošenja NC koda u stroj za 64%			

### 3.5. Opći pristup primjene kaizena u poduzeću

#### 1. Unajmiti ili uvježbati moderatora.

Naći stručnjaka za Lean menadžment koji će voditi i moderirati Kaizen događaj, te svojim znanjem o Lean tehnikama i filozofijama davati vođi tima za proces koji se nastoji popraviti, voditi tim u pravom smjeru i paziti da se obavlja ispravno i dobro posao.

#### 2. Osigurati podršku i uključenost viših menadžera u poduzeću.

Bez njihove podrške, rezultati Kaizena će biti osrednji i vrlo vjerojatno će tijekom vremena doći do povratka na staro stanje.

#### 3. Definirati granice implementacije Kaizen događaja

Odrediti koji dijelovi i odjeli poduzeća će biti uključeni u Kaizen događaj.

#### 4. Definirati točno što se želi unaprijediti.

Da li će to biti 5S Kaizen blitz događaj kako bi se uveli 5S principi u područje poduzeća, ili je možda namjera poboljšanje učinkovitosti u radu i smanjenje vodećih vremena.

#### 5. Komunikacija sa osobljem poduzeća.

Obavijestiti sve u poduzeću što se namjerava napraviti i zašto, kako bi vi imali njihovu podršku, a oni znanje o vašoj prisutnosti.

#### 6. Odabir članova tima.

Voditelj tima će biti voditelj odjela u kojem se namjeravaju raditi unaprjeđenja. On mora biti motiviran i optimističan u vezi stvaranja poboljšanja. Ostali članovi tipično su radnici koji rade u tom odjelu, te po mogućnosti zaposlenici iz ostalih, vezanih odjela (npr. održavanje, administracija...).

#### 7. Definirati i implementirati mjere za određivanje trenutnog stanja sustava

Treba specifično odrediti koje vrste poboljšanja se namjeravaju provesti te je potrebno uvesti mjere koje će opisati trenutno stanje sustava i omogućiti usporedbu sa stanjem sustava nakon implementacije poboljšanja. Tipične mjere su: output radnika po satu, iskorištenost prostora, duljina transportnog puta, vodeće vrijeme, vrijeme izmjene alata, itd.

#### 8. Izrada plana aktivnosti Kaizen događaja

Izrada vremenskog plana izvođenja aktivnosti tijekom Kaizen radionice te popisa stvari koje

će biti potrebne za izvođenje Kaizena. Na taj način će sve biti spremno i pripremljeno u vrijeme početka izvođenja samog Kaizen događaja.

#### *9. Trening članova tima prije samog izvođenja Kaizen događaja*

Članove tima treba poučiti o sedam vrsta gubitaka Lean-a, opisanih u poglavlju 2.4.1.

Također ih treba poučiti o osnovnim Lean principima i alatima, prvenstveno 5S alatu, budući da većina unaprjeđenja uključuju aspekte 5S alata.

#### *10. Provedba Kaizen radionice*

Prepoznati problem, identificirati proces i područja za poboljšanja, analizirati korijenske uzroke problema (pri tom pomaže korištenje 5whys alata i Ishikawa dijagrama) i definirati moguća unaprjeđenja te definirati plan mjera.

#### *11. Implementacija Lean alata za rješavanje problema i unaprjeđenje rada.*

Moguće je koristiti (implementirati) razne alate poput 5S, SMED, VSM, TPM, itd., ovisno o tome što se želi unaprijediti. Moderator je ovdje zadužen za usmjeravanje, motiviranje i podršku članovima tima, odnosno radnicima. Pri tom je važno da moderator ne nameće svoje ideje zaposlenicima, budući da su ipak oni ti koji znaju kako funkcionira rad u njihovom odjelu i što će točno olakšati njihov radni proces. Pri tom je vrlo korisno korištenje fotoaparata ili kamere za dokumentiranje svih koraka u procesu unaprjeđenja.

#### *12. Analiza rezultata primjene Kaizena i kontinuirano unapređivanje*

Vidjeti da li je primjena Kaizena donijela poboljšanja u rezultatima. Ukoliko nije, potrebno se opet vratiti u fazu planiranja u radionici i vidjeti zašto nije došlo do unaprjeđenja te predložiti nove, drugačije ideje za unaprjeđenje. Ukoliko je došlo do poboljšanja, potrebno je nastaviti pažljivo pratiti rad tog odjela u poduzeću, kako ne bi došlo do povratka na staro stanje te uz to nastavljati smišljati nove metode za unapređivanje, jer, zapamtite: Kaizenu nikad nema kraja!



## 4. ZAKLJUČAK

Tema ovog rada bila je unaprjeđenje procesa poduzeća primjenom Kaizena. Kaizen je jedan od najvažnijih Lean alata koji za konačni cilj ima kontinuirano unaprjeđenje u radu. To se postiže pomoću Kaizen radionica koje koriste timski rad za zajedničko rješavanje problema te osmišljavanje novih ideja na napredak. Time se potiče suradnja između vodstva i radnika u poduzeću te se omogućuje da radnici imaju utjecaja na način izvođenja procesa. No, za provedbu Kaizena potrebna je podrška i suradnja svih zaposlenih u poduzeću, od vrhovnog menadžmenta do radnika u različitim odjelima. Od ključnog je značaja da svi zaposleni u poduzeću shvate filozofiju Kaizena te svakodnevno rade na eliminiranju gubitaka i unaprjeđenju svih procesa u poduzeću. Naime, proces kontinuiranog usavršavanja u radu neprekidno traje i uvijek postoji način na koji se mogu dodatno unaprijediti postojeći procesi rada. Potrebno je stoga odbaciti stav kako treba raditi onoliko koliko je dovoljno i uvesti stav kako treba raditi onako kako je najbolje moguće. Kada se to uspije, bez dvojbe će se postići željeno smanjenje gubitaka, povećanje dobiti, ali i ono najvažnije, poboljšanje i zadovoljstvo u radu svih zaposlenika.

## LITERATURA

- [1]. Lean menadžment priručnik, *Proizvodnja i usluge*, Zagreb, 2014.
- [2]. *Lean upravljanje*; <http://www.qualitas.hr/poslovno-savjetovanje/lean-upravljanje.html>; 3.2.2017.
- [3]. Kondić, Ž., Maglić, L.: Poboľjšanja u sustavu upravljanja kvalitetom metodologijom „Lean six sigma“; [http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=41013&lang=en](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=41013&lang=en), 3.2.2017.
- [4]. *Whats Lean*; <http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>, 3.2.2017.
- [5]. Womack, James P.; Jones, Daniel T.: „*Lean Thinking*“, New York, 2003.
- [6]. Štefanić, N.: *Lean proizvodnja*, 2012, [https://www.fsb.unizg.hr/atlas/upload/newsboard/20\\_09\\_2011\\_14682\\_Osnove\\_menadzmenta-LEAN.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlas/upload/newsboard/20_09_2011_14682_Osnove_menadzmenta-LEAN.pdf), 3.2.2017.
- [7]. *Pull production systems*, <http://alexsibaja.blogspot.hr/2014/10/pull-production-systems-benefits-and.html>, 3.2.2017.
- [8]. Ortiz Chris A., *Kaizen Assembly – Designing, Constructing and Managing a Lean Assembly Line*, Taylor and Francis Group, 2006, Boca Raton, Florida, USA
- [9]. <https://kim.kaizen.com/kimglobal/userfiles/Image/pt/kaizen.png>, 4.2.2017.
- [10]. Masaki Imai, *KAIZEN – Ključ japanskog poslovnog uspeha*, Mono i Manjana, 2008.
- [11]. <http://www.leanbih.com/>, 4.2.2017.
- [12]. <http://tps-lean-posao.blogspot.hr/2013/01/29-kaizen.html>, 4.2.2017.
- [13]. <http://www.bulsuk.com/2009/02/taking-first-step-with-pdca.html>, 5.2.2017.
- [14]. Pereira, R.: *Kaizen Rules*, <http://blog.gembaacademy.com/2007/07/22/kaizen-rules-%E2%80%93-1-2/>; 5.2.2017.
- [15]. *Upravljanje kvalitetom*, <http://svijet-kvalitete.com/index.php/upravljanje-kvalitetom/1255-ishikawa-dijagram>, 5.2.2017.
- [16]. [https://en.wikipedia.org/wiki/5S\\_\(methodology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/5S_(methodology)), 5.2.2017.
- [17]. Vlašić Katarina, *Metode reinženjeringa i njihova provedba u grafičkoj proizvodnji*, Zagreb, 2012.
- [18]. <http://lablean.blogspot.hr/2015/03/kanban-smart-way-to-organise-work-flow.html>, 5.2.2017.
- [19]. <http://www.berlinerschrauben.de/bs/wEnglisch/pages/Service/Kanban-Mobil.DE.php>, 6.2.2017.



- [20]. *Smed*, <http://www.leanproduction.com/smed.html>, 6.2.2017.
- [21]. Prof.dr.sc. Nedeljko Štefanić, Miro Hegedić, mag.ing.mech, *VSM – Value Stream Mapping, Mapiranje toka vrijednosti*, predavanje, Zagreb, 2017.
- [22]. <http://tps-lean-posao.blogspot.hr/2012/11/26-poka-yoke.html>, 6.2.2017.
- [23]. [http://feroimpex.hr/?page\\_id=3410&lang=hr-2](http://feroimpex.hr/?page_id=3410&lang=hr-2), 10.2.2017.